

鉱場技術問題 解答と解説

問 1 セメントスラリーの物理的特性について、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。

シックニングタイムとは作液されたセメントスラリーが、□(イ)のもとでポンプ可能な流動特性を維持している時間をいう。セメントが硬化して、次の掘さく作業を再開するのに必要な最小セメント圧縮強度は API 規格により規定されている。

圧縮強度の発現は、温度および□(ロ)により著しく影響される。温度が高くなるに従って圧縮強度は高くなるが、温度が□(ハ)以上になると強度の劣化が起こるので高温用セメントを使用する。またセメントスラリーは水和反応により硬化する前に、□(ニ)により体積の変動することがあり、チャンネリングが発生し易くなるので必要に応じて有機重合体などの添加剤による調整が必要である。

(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1) 地表条件	圧力	110°C	脱水
(2) 坑内条件	時間	180°C	膨潤
(3) 坑内条件	圧力	110°C	脱水
(4) 坑内条件	圧力	180°C	膨潤

解答：(3)

(イ)：シックニングタイムとは作液されたセメントスラリーが、その坑内温度、圧力のもとでポンプ可能な流動特性を維持している時間をいう。

(ロ) と (ハ)：圧縮強度の発現は、温度および圧力により著しく影響される。温度が高くなるに従って圧縮強度は高くなるが、温度が 110°C 以上になると強度の劣化が起こる。

(ニ)：脱水とは、セメントスラリーは水和反応により硬化する前に、セメントスラリーから水分の一部が分離することをいう。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、チャンネリングが発生しやすい。このため必要に応じて添加剤による調整が必要である。脱水減少剤として、有機重合体などが挙げられる。水和反応前の事象と限定し、かつ添加剤の一例として有機重合体を上げているので、ここではセメントの伸縮性を持たせる意味ではなく、脱水による体積変動となる。

問 2 差圧抑留の予防策に関する記述のうち、正しい記述の数を以下の(1)～(4)の中から選べ。

- (イ) 管動、ショートトリップを励行してなるべく静止させることを避ける。
- (ロ) 引っかけりの元となり得るスタビライザーの使用を避ける。
- (ハ) 泥水比重をできるだけ大きくしてドリルストリング重量を小さくする。
- (ニ) 掘さく泥水の潤滑性を高める。

- (1) 1つ
- (2) 2つ
- (3) 3つ
- (4) 4つ

解答：(2)

ここでは差圧抑留の予防策について確認している。従って泥壁面との接触面積を小さくすること、泥水比重を調整して差圧を小さくすること、摩擦係数を小さくすること、泥壁との接触時間（静止時間）をできるだけ抑えること等が予防策の基本となる。

従って、(ロ) のスタビライザーの使用を避けるのは正しくなく、むしろ泥壁とドリルカラー等の接触面積を小さくするために有効である。また (ハ) の泥水比重を高める事は差圧を大きくすることになるため不適切である。

その他の記述はいずれも正しい。

拠って、正解は2つとなる。

問3 仕上げ流体の備えるべき性質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) 生産層に対してダメージを与えない。
- (2) 長期間に渡って坑内で安定している。(温度変化に対して安定、沈殿を起こさない等)
- (3) 潤滑性が優れている。
- (4) 金属に対する腐食性が小さい。

解答：(3)

- (1) 正
- (2) 正
- (3) 誤

正解：仕上げ流体に潤滑性は求められていない。(掘削泥水では重要な条件となる)。

- (4) 正

問4 傾斜井を比重 1.20 の泥水で掘進中に、掘さく深度 1,600m（垂直深度 1,350m）にてキックが発生した。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力が 16 kgf/cm<sup>2</sup>、密閉ケーシング圧力が 22 kgf/cm<sup>2</sup>であった。キックの予想地層圧を比重換算した場合、以下の(1)～(4)の中から最も近い値を選べ。  
ただし、キックは坑底で発生したと想定する。

- (1) 1.30
- (2) 1.32
- (3) 1.34
- (4) 1.36

解答：(2)

坑底圧を計算するには、深度は垂直深度（1,350m）、圧力は密閉ドリルパイプ圧力（16 kgf/cm<sup>2</sup>）を使う。

$$\begin{aligned} \text{坑底圧} &= \text{泥水比重} + \text{密閉ドリルパイプ圧力} \div (\text{垂直深度} \div 0.1) \\ &= 1.20 + 16 \div (1,350 \div 0.1) \\ &= 1.20 + 0.118 \dots \\ &\approx 1.32 \end{aligned}$$

答え：1.32

問5 揚降管作業時等でキックされた際に用いられるインサイド BOP 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) ドリルストリング内部からの噴出を抑えるための機能を持つ。
- (2) 上からのポンプ循環が可能であり、下からの噴出を止めるチェックバルブの機能を有している。
- (3) インサイド BOP の上にドリルパイプを接続して坑内に降下可能である。
- (4) 緊急時のみに使用するツールであるため、常時倉庫内に的確に保管する。

解答：(4)

インサイド BOP は暴噴防止用機器の一つであり、いつでもドリルパイプへ接続可能な状況が求められる。また揚降管中はインサイド BOP ドリルを定期的 to 実施する必要もあるため、常時倉庫内保管は現実的ではない。

問6 泥水処理装置について、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。

1) シェールシェーカー

シェールシェーカーとは、坑内から帰ってきた泥水をメッシュスクリーンで(イ)により泥水と掘屑に分離する装置をいう。

ソリッドコントロール機器の中でシェールシェーカーが最初の役割を担うが、地下から揚がってきた最初の段階で微細な掘屑をも(ロ)除去することが重要となる。

2) マッドクリーナー

マッドクリーナーとは、(ハ)の原理を応用したもので、(ニ)で泥水とソリッドを分離し、さらに分離されたソリッドをメッシュスクリーンにかけてソリッドに付着した泥水を循環系統に回収する装置をいう。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	重力	ある程度	力のモーメント	摩擦力
(2)	振動	全部	慣性	運動量の差
(3)	重力	全部	加速度	速度差
(4)	振動	あらかた	サイクロン	遠心力

解答：(4)

(イ)：シェールシェーカーは、「篩（ふるい）」による固液分離であるが、重力による自然分離ではなく、スクリーンの振動によって分離される。

(ロ)：スクリーンのメッシュサイズによって固液分離が行われるが、全てを分離することはできないが、「ある程度」ではなく、大部分（あらかた）除去する目的で設置されている。

(ハ)と(ニ)：マッドクリーナーは遠心分離器の一種で、円錐状の容器の中に円周方向から泥水を、流速によって渦を巻くように流し込む。この時、「遠心力」の差により、個体は下方に移動し排出され、液体はサイクロンの円の中心から上方向に移動する。固形分を含む流体が、渦を巻いて流れることから、この現象は「サイクロンの原理」と呼ばれている。

問7 サッカーロッドポンプによる人工採取操作中に生じるトラブルとその対応の組み合わせのうち、以下の(1)～(4)の中から誤っているものを選べ。

(トラブル)	(対応)
(1) バルブの摩耗、腐食	バルブシート取替
(2) プランジャー抑留に伴う運転不能	チュービング揚管
(3) ロッドの摩耗	ロッドガイドの撤去



オリフィス流量計は、配管の途中にオリフィス板・ノズル・ベンチュリ管を取付けて、その前後の〔イ〕の平方根が流量に〔ロ〕する原理を利用したもので、流量はベルヌーイの定理および連続の式より求められる。

容積式流量計は、一定容積の計量室にガスを満たし回転子の作動とともに流出口の方へ送り出し、その回転子の〔ハ〕を指示機構に伝えて通過するガスの流量を求める。

渦流量計は、管路に柱状の渦発生体を取付けて、カルマン渦を発生させ、その渦の〔ニ〕を測定してガス流量を求める。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	密度差	反比例	角度	発生数
(2)	圧力差	比例	回転数	発生数
(3)	圧力差	反比例	回転数	発生周期
(4)	密度差	比例	角度	発生周期

解答：(2)

オリフィス流量計は、配管の途中にオリフィス版・ノズル・ベンチュリ管を取付けて、その前後の**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、流量はベルヌーイの定理および連続の式より求められる。

容積式流量計は、一定容積の計量室にガスを満たし回転子の作動とともに流出口の方へ送り出し、その回転子の**回転数**を指示機構に伝えて通過するガスの流量を求める。

渦流量計は、管路に柱状の渦発生体を取付けて、カルマン渦を発生させ、その渦の**発生数**を測定してガス流量を求める。

問 10 セパレーターに関する記述のうち、次の(1)~(4)の中から誤っているものを選べ。

- (1) 原油がセパレーター内に滞留する時間をリテンションタイムといい、通常 1~3 分程度である。
- (2) ミストエキストラクターの目的はガスに含まれる霧状の液体分を除去するものである。
- (3) セパレーターの圧力を一定に保つための圧力調節弁は、セパレーターの上流に取り付けられる。
- (4) 縦型セパレーターのガス処理容量は、セパレーターの有効断面積の大きさに比例するが、高さによる影響は小さい。

解答：(3)

- (1) 正 (記述のとおり)

(2) 正 (記述のとおり)

(3) 誤

セパレーターの圧力を一定に保つための圧力調節弁は、セパレーターの下流に取り付けられる。

(4) 正 (記述のとおり)

問 11 ガスリフトの特徴の記述のうち、以下の(1)~(4)の中から誤っているものを選び。

- (1) 汲み揚げ能力が比較的大きく、高い産出ガス液比でもトラブルの心配がない。
- (2) 坑井内に機械的に動く部分がほとんどなく、砂やパラフィンによる故障の心配がない。
- (3) 傾斜の強い坑井には適用できない。
- (4) コンプレッサー等の設備費が相当高い。

解答：(3)

(1) 正 (記述のとおり)

(2) 正 (記述のとおり)

(3) 誤

傾斜の強い坑井にも**適用できる**。

(4) 正 (記述のとおり)

問 12 エマルジョンの加熱処理による効果について、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。

エマルジョンに作用して□(イ)を弱くし、液滴同士を□(ロ)させる。

油の□(ハ)を減じて水の液滴が沈降するのを容易にする。

温度上昇により□(ニ)が盛んになり液滴同士の衝突回数が多くなる。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	表面張力	凝集	粘度	分子活動
(2)	分子間力	分離	粘度	イオン化
(3)	表面張力	分離	密度	分子活動
(4)	分子間力	凝集	密度	イオン化

解答：(1)

エマルジョンの加熱による処理は古くから行われており、最も基本的な方法である。エマルジョンに対する加熱の効果には3つある。

- ① エマルジョンに作用して**表面張力**を弱くし、液滴同士を**凝集**させる。
- ② 油の**粘度**を減じて水の液滴が沈降するのを容易にする。
- ③ 温度上昇により**分子活動**が盛んになり液滴同士の衝突回数が多くなる。

問13 下記表の組成を持つ天然ガスの総発熱量を、JIS K2301:2011の計算式を用いて求め、その値に最も近いものを以下の(1)~(4)の中から選べ。ただし下表天然ガスの圧縮係数は0.9999とし、計算結果は小数点以下を四捨五入すること。

組成	モル分率 (%)	分子量 (g/mol)	総発熱量 (kJ/m <sup>3</sup> )	比重
メタン	90	16.0	39,840	0.554
エタン	6	30.1	69,790	1.039
プロパン	3	44.1	99,220	1.523
二酸化炭素	1	44.0	—	1.520

(JIS K2301-2011の計算式)

$$H_G = \frac{\sum C_{Mi}H_i}{Z}$$

$H_G$  : 試料ガスの総発熱量

$C_{Mi}$  : 成分 i のモル分率

$H_i$  : 成分 i の総発熱量

$Z$  : 試料ガスの圧縮係数

- (1) 43,000 kJ/m<sup>3</sup>
- (2) 43,020 kJ/m<sup>3</sup>
- (3) 43,024 kJ/m<sup>3</sup>
- (4) 43,029 kJ/m<sup>3</sup>

解答 : (3)

提示された数値および計算式を用い、下記の通り計算する。

$$(0.9 \times 39,840 + 0.06 \times 69,790 + 0.03 \times 99,220 + 0.01 \times 0) \div 0.9999 = 43,024.3$$

問14 パイプラインの電気防食法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) 流電陽極方式は電食発生領域が比較的狭く、漏洩電流または電位差が小さい場合も有効であり、施設も簡単で経済的である。
- (2) 外部電源方式は大規模施設に有利であり、腐食が激しく大電流が必要な場所及び土壌中の比抵抗の低い場所に適する。
- (3) 排流方式は埋設パイプを流れる電流が大地に流出するのを防ぎ、この電流を一括して直接電源または軌条に帰流させる方法である。
- (4) 電気防食法は陽極より電解溶液に流出する腐食電池と逆の方向に外部より電流を加え、腐食電流を消滅させ腐食を防止する方法である。

解答：(2)

(1) 正 (記述のとおり)

(2) 誤

外部電源方式は大規模施設に有利であり、腐食が激しく大電流が必要な場所及び土壌中の比抵抗の高い場所に適する。

(3) 正 (記述のとおり)

(4) 正 (記述のとおり)

以上