

〈鉋場技術試験問題 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み合わせを以下の(1)~(4)の中から選べ。

シックニングタイムとは送入されたセメントスラリーが、その坑内温度、圧力のもとで (イ) 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 (ロ) と規定されている。圧縮強度の発現は、 (ハ) および圧力により著しく影響される。また、一般に (ニ) が大きいとセメント体積の収縮率が大きく、チャンネルリングが発生し易い。

(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1) 溶解水と同じ流動特性を維持	500 psi	温度	スラリー比重
(2) ポンプ送入可能な流動特性を維持	500 psi	温度	脱水量
(3) 固化が始まり脱水が停止	50 psi	時間	圧縮強度
(4) 水和反応を起こして凝固	50 psi	時間	脱水量

解答 (2)

- (イ) シックニングタイムとは、ポンプ送入可能な流動特性を維持している時間をいう。
- (ロ) 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 500 psi である。
- (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。
- (ニ) 脱水量が大きいとセメント体積の収縮率が大きく、チャンネルリングが発生し易い。

問2 掘さく作業時の揚管中における噴出の防止に関する記述のうち、溢泥の徴候が発見された直後に取りべき行動について、次の中から正しいものを選べ。

- (1) 最大限のスピードで全揚管し、ブローアウトプリベンター(BOP)の中でも全密閉できるブラインドラムを閉める。
- (2) ただちに掘管にケリーもしくはトップドライブを接続して、坑内と同じ比重の泥水を最低限のレートでポンプする。
- (3) 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。
- (4) ただちに降管し、ビットが坑底についてからブローアウトプリベンター(BOP)を閉める。

解答 (3)

- (1) 最大限のスピードで全揚管は誤り。
- (2) BOP も閉めずに坑内と同じ比重の泥水を循環することを先行させるのは誤り。
- (3) 同文の通り。
- (4) BOP を閉めずに溢泥を放置して降管するのは誤り。

問3 掘さく上の障害の1つである逸泥に対する予防策に関する記述のうち、正しいものを次の中から選べ。

- (1) ドリルストリングの降管速度を速める努力をし、地層に対して大きな圧力を与えない。
- (2) 掘さく泥水の性状を高粘性、高イールドバリュー、高ゲルストレングスに維持し、地層に対して大きな圧力を与えない。
- (3) 地層圧を予測し、高圧層と低圧層が同一区間で掘さくできるようケーシングプログラムを立てる。
- (4) 圧力減退した生産層を掘さくする場合など、**Rotating Control Device** とチョークを用い密閉した循環システムを形成し、地層圧とほぼ同じの泥水比重を使用する。

解答 (4)

- (1) 降管速度を速めるとサージ圧がかかり、地層に対して大きな圧力を与えることになる。
- (2) 流動特性を高めると、地層に対して大きな圧力を与えることになる。
- (3) 高圧層と低圧層を同一区間で掘さくするとキック防止のために高圧層に適した泥水比重で掘さくすることになり、低圧層に対して大きな圧力を与えることになる。
- (4) 地層圧と地層破壊圧のウィンドウが狭い場合や低圧層掘さくに最近取り入れられるようになったMPD (Managed Pressure Drilling) の1つの手法である。

問4 ワイヤロープのシーブ（プーリー）は、索引力の方向転換として用いられる。ワイヤロープがシーブに沿って曲げられることにより生じる曲げ応力がロープ寿命に大きく影響する。次の中から正しいものを選べ。

- (1) 曲げ応力はシーブ径が小さいほど大きくなり、ワイヤの寿命が長くなる。
- (2) 曲げ応力はシーブ径が小さいほど小さくなり、ワイヤの寿命が短くなる。
- (3) 曲げ応力はシーブ径が大きいほど小さくなり、ワイヤの寿命が短くなる。
- (4) 曲げ応力はシーブ径が大きいほど小さくなり、ワイヤの寿命が長くなる。

解答 (4)

曲げ応力はシーブ径が大きいほど小さくなり、ワイヤの寿命が長くなります。

問5 次の文中の□に当てはまる最も適切な言葉の組み合わせを以下の(1)~(4)の中から選べ。

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) コントラクター	火薬類保管場所	火薬類取扱許可	消防法	
(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	本社所在地	危険物取扱許可	危険物規制規則	
(4) 掘削監督者	作業現場	煙火消費許可	煙火保安管理規則	

解答 (2)

(イ) コントラクターではない。

(ロ) 正しい。

(ハ) 危険物規取扱許可は油脂類を規制する規則である。

(ニ) 煙火保安管理規則は花火類の規則である。

問6 坑井を掘さくするためのビット荷重はドリルカラーを使用してその重量をかける。

8-1/2 in. (215.9mm) のビットを使用して掘さくする場合、メーカーリコメンドで 3,000~5,000 lbf/in. が適切とされていれば、推奨されるビット荷重は下記の通りとる。

$$(3,000\sim 5,000) \times 8.5 = 25,500\sim 42,500 \text{ lbf} = 11.6\sim 19.3 \text{ tf} = 113.4\sim 189.0 \text{ kN}$$

ここで、36,000 lbf (16.3 tf=160 kN) のビット荷重を得たい場合、何本のドリルカラーが必要になるか、次の(1)~(4)の中から最も近いものを選べ。

ただし、ドリルカラーは 6-1/2 in. (165.1mm、単位質量 300 lbs/m=136 kg/m) の 9 m ものを使用する。泥水は比重 1.20 SG (Specific Gravity)、浮力係数は 0.9 とする。推奨されるドリルカラーの総重量は、ビット荷重の 40%増しとする。

- (1) 15 本
- (2) 18 本
- (3) 21 本
- (4) 24 本

解答 (3)

ドリルカラー1本の質量 : $300 \text{ lbs/m} \times 9 \text{ m} = 2,700 \text{ lbs}$
 泥水中の見掛け質量 : $2,700 \text{ lbs} \times 0.9 = 2,430 \text{ lbs}$
 必要本数 : $36,000 \div 2,430 = 14.8 \text{ 本}$
 40%増しの総数 : $14.8 \times 1.4 = 20.7 \text{ 本} \rightarrow 21 \text{ 本が正解}$

問7 坑井管理について、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。

ガス井では、一般に油井と比べて (イ) が大きいので、固形物あるいは (ロ) を伴う場合には管その他に腐食による損傷を及ぼすことがある。高圧ガス井では、チュービングのネジ部からガスの漏洩が生ずる例が多い。
 チュービングあるいは (ハ) に漏洩が生ずると (ニ) が上昇する。

- | | (イ) | (ロ) | (ハ) | (ニ) |
|-----|------|-----|------|-----|
| (1) | 管内流速 | 液体 | パッカー | 外圧 |
| (2) | 管内流速 | ガス | バルブ | 内圧 |
| (3) | 圧力損失 | 液体 | パッカー | 外圧 |
| (4) | 圧力損失 | ガス | バルブ | 内圧 |

解答 (1)

ガス井では、一般に油井と比べて 管内流速 が大きいので、固形物あるいは 液体 を伴う場合には管その他に腐食による損傷を及ぼすことがある。高圧ガス井では、チュービングのネジ部からガスの漏洩が生ずる例が多い。
 チュービングあるいは パッカー に漏洩が生ずると 外圧 が上昇する。

問8 排水処理プロセスについて、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。

廃水ピットの容量は、(イ)や懸濁粒子が浮上または沈降するのに十分な(ロ)を取れる大きさになければならない。一般に分離効果を高めるため、ピットを2～3室に区切り順次サイフォン管で連結し、(ハ)を行っている。しかし、この処理操作では、排水を公共水域に排出するために必要な(ニ)までは処理することは難しい。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	泥	滞留時間	多段分離	圧入許容値
(2)	油分	沈降時間	下段分離	圧入許容値
(3)	油分	滞留時間	多段分離	法的許容値
(4)	泥	沈降時間	下段分離	法的許容値

解答 (3)

通常油ガス田排水は廃水ピットに集められる。廃水ピットの容量は、油分や懸濁粒子が浮上または沈降するのに十分な滞留時間を取れる大きさになければならない。一般に分離効果を高めるため、ピットを2～3室に区切り順次サイフォン管で連結し、多段分離を行っている。しかし、この処理操作では、排水を公共水域に排出するために必要な法的許容値までは処理することは難しい。

問9 油の採取について、次の文中の□に当てはまる数値の組み合わせを以下の(1)～(4)の中から選べ。

密閉坑底圧力 11 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 90 m³ 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 7.7MPa とした時の油の生産量は日産(ロ)m³ 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)	10.0	297
(2)	9.9	270
(3)	8.9	207
(4)	7.9	280

解答 (2)

流動坑底圧力を X とすると、ドローダウンの定義より

$$(11-X) / 11 = 0.1$$

したがって、 $X = 11 - (0.1 \times 11)$

$$= 9.9 \text{MPa}$$

流動坑底圧力 7.7MPa としたときのドロダウンは、

$$(11 - 7.7) / 11 = 0.3 = 30\%$$

算出指数が同じであれば、油の生産量はドロダウンに比例するので、この時の生産量は、 $90 \times (30 / 10) = 270 \text{m}^3$

問 10 流量計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) オリフィス流量計は気体の測定も、液体の測定もできる。
- (2) オリフィス流量計は温度、圧力の影響を受けるが、流体の比重は影響しない。
- (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、回転子の回転数から流量が求められ、比較的計量精度の良い測定に適している。
- (4) 渦流量計は、液体、気体、蒸気に使用でき、圧力損失が低く、流体の組成、密度、湿度、圧力にほとんど影響されず、レンジアビリティが広いなどの特徴がある。

解答 (2)

(2) 誤：オリフィス流量計は、流体の比重にも影響される。

(1)、(3)、(4)：正しい。

問 11 天然ガス中には水分のほかに、硫化水素(H_2S)、炭酸ガス(CO_2)等の酸性ガスが含まれている場合があるが、パイプラインで送る前にそれらを除去する必要がある。その理由となる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び。

- (1) 炭酸ガスによる熱量上昇
- (2) 水と共存してパイプライン等を腐食
- (3) 硫化水素の毒性
- (4) 燃焼排ガス中への亜硫酸ガス放出による大気汚染

解答 (1)

(1) 誤：炭酸ガスが含まれると熱量低下が起こる。

(2)、(3)、(4)：正しい。

問 12 エマルジョン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) エマルジョンは大きな液滴の方が小さな液滴よりも表面張力が強く、他の液滴と衝突してもこわれにくく凝集もしにくい。
- (2) 原油の生産に伴い、随伴してくるエマルジョンは油の粒子と水の粒子が強く結合したもので、水と油の量に応じて 0～100%の間で水と油の両方の性質を持つものである。
- (3) エマルジョン処理における加熱の効果の一つは、表面張力を弱くし、液滴同士を凝集させることである。
- (4) エマルジョンの中に異種の物質が存在すると液滴の表面張力を増加させる。

解答 (1)

- (1) 誤：エマルジョンは小さな液滴の方が大きな液滴よりも表面張力が強い。
- (2)、(3)、(4)：正しい。

問 13 パイプラインの腐食と防食方法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) パイプライン中の随伴水や凝縮水にガス中の酸性ガスが溶けることで pH が低下し、パイプラインの腐食を進行させる。
- (2) 液中あるいは土中の金属表面には種々の原因によって電位を異にする部分が存在し、局部的短絡電池が形成され、陰極部に相当する金属表面が腐食する。
- (3) 流電陽極法（低電位金属接続法）は、地下埋設パイプラインにそれより低電位の金属を接続し、この両者間に起こる電池作用により発生する電流を防食電流として使用するもので、陽極となる金属が犠牲となって腐食していく。
- (4) 外部電源方式（強制排流式）は、土壤中に電極を設置し、この電極を外部の直流電流のプラス端子に、地下埋設パイプをマイナス端子に接続し土壌を通して防食電流を流入させて電食を防止する方法である。

解答 (2)

- (2) 誤：陽極部に相当する金属表面が腐食する。
- (1)、(3)、(4)：正しい。

問 14 天然ガスの基本的性質について、次の文中の□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。

ガスには燃焼を起こす濃度の最低値および最高値があり、一般に 1 気圧、常温において空気との混合気中の可燃性ガスの□(イ)で示す。この濃度範囲を□(ロ)といい、特にこの下限値を□(ハ)と呼ぶ。

この範囲はガスの組成によって異なり、混合ガスである天然ガスの場合、一般的には主成分であるメタンの値□(ニ)～15.0%を用いる。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	容量%	燃焼範囲	爆発下限界	5.0
(2)	モル%	燃焼範囲	爆発下限界	6.0
(3)	容量%	爆発限界	爆鳴気	6.0
(4)	モル%	爆発限界	爆鳴気	5.0

解答 (1)

(イ) 一般に 1 気圧、常温において空気との混合気中の可燃性ガスの容量% (vol%) で示す。

(ロ) この濃度範囲を燃焼範囲といい、連鎖的な燃焼により爆発を起こす危険があることから爆発範囲とも呼ばれる。

(ハ) 燃焼範囲の下限値を爆発下限界 (LEL ; Lower Explosive Limit) といい、この値を超えると可燃性ガス検知器は警報を発する。

(ニ) 燃焼範囲はガスの組成によって異なり、メタン 5.0～15.0%、エタン 3.0～12.4%、プロパン 2.1～9.5%、ブタン 1.8～8.4%である。

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
345 人	140 人	43.1%	72.5%	63.2%