

令和元年度技術士第一次試験問題〔専門科目〕

【08】資源工学部門

10時30分～12時30分

Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ-1 我が国の石炭供給動向に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。ただし、エネルギー白書2018、経済産業省を基準とする。

2016年度の一般炭の輸入先は a が75.0%を占めており、次いで b (11.5%)、 c (9.7%)、 d (1.8%)の順になっている。原料炭の輸入先は a が49.3%を占めており、次いで b (26.3%)、 d (8.5%)、米国(6.8%)、 c (6.1%)となっている。

	a	b	c	d
① 豪州	インドネシア	ロシア	カナダ	
② インドネシア	豪州	カナダ	中国	
③ カナダ	豪州	中国	インドネシア	
④ インドネシア	カナダ	豪州	ロシア	
⑤ 豪州	インドネシア	カナダ	ロシア	

Ⅲ-2 石炭の分類に関する次の記述の下線部の正誤について、最も適切な組合せはどれか。

石炭化度の高い方から順番に、(ア) 無煙炭、(イ) 瀝青炭、亜瀝青炭、(ウ) 亜炭、(エ) 褐炭、泥炭に分類される。石炭化度が進むにつれて、揮発分は (オ) 減少する。

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	正	正	正	正	誤
②	正	正	誤	誤	誤
③	正	正	誤	誤	正
④	誤	誤	正	正	正
⑤	誤	誤	正	正	誤

Ⅲ－3 ある石炭の気乾ベースの工業分析を行ったところ、水分が2.0%、灰分が10.0%、揮発分が30.0%（いずれも質量分率）であった。この石炭の気乾ベースの固定炭素（質量分率）[%]に最も近い値はどれか。

- ① 58.0 ② 60.0 ③ 62.0 ④ 68.0 ⑤ 88.0

Ⅲ－4 火力発電所での石炭100万tの燃焼に起因する二酸化炭素排出量[万t]として、最も近い値はどれか。ただし、使用する石炭は全て完全燃焼し、その単位発熱量を25.7[GJ/t]、排出係数（単位熱量当たりの炭素（C）排出量）を0.0247[tC/GJ]とする。また、二酸化炭素分子量と炭素原子量をそれぞれ44, 12とする。

- ① 17 ② 63 ③ 116 ④ 170 ⑤ 233

Ⅲ－5 石炭の坑内採掘法の代表的方法である長壁式採炭法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 長壁式採炭では、まずコンティニューアスマイナーやロードヘッダーで炭層内に坑道を掘削し、採炭パネルを作る。
- ② 採炭機械は、自走枠（シールド枠）、ドラムカッター（シェアラー）、フェイスコンベアの組合せが、一般的である。
- ③ 採炭パネルの長さが長く幅が広いいため、断層などが介在しても高能率の生産が可能である。
- ④ ドラムカッター（シェアラー）の代わりに、プラウを使用する場合がある。
- ⑤ 厚い炭層を採炭する場合、ドラムカッター（シェアラー）では採炭できず払い跡に崩落してくる石炭を、切羽後方に設置したコンベアで回収する場合がある。

Ⅲ－6 鉱山機械に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ドラムカッター（シェアラ）は、ダブル・レンジング・ドラムカッタと呼ばれることもある。機体の両端にそれぞれ1個ずつの強力な切削ドラムを有し、このドラムを上下させて稼行丈に合わせて調節し、炭層を稼行丈全高に亘り切削する。
- ② シャトルカーは、ベルトコンベアとコンティニューアスマイナーの間に配置され、コンティニューアスマイナーで切削した石炭を運搬する。走行はタイヤ式で機動力があり、移動走行距離に制限がない。
- ③ コンティニューアスマイナーは、強力な切削ドラムをアーム先端に取付けた掘進機である。アームを上下することによって前面の炭壁を切削する。
- ④ バケットホイールエクスカベータは、剝土が軟かい場合や石炭層を発破なしで直接掘削する巨大な採掘機械である。長いブームの先端に取付けた、外周に多数の掘削バケットを付けたホイールを回転させて、土石や石炭を連続的に削り取る。
- ⑤ ドラグラインは、長大なブームの先端からロープで吊下げられた大型のバケットにより大量の土石をすくい込み、ロープでバケットを巻上げながら機体ごとブームを回転して直接採掘跡へ土石を捨てる機構となっている。

Ⅲ－7 坑内の炭じん爆発未然防止策として次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 炭じん発生防止のために、炭壁注水や採炭機における散水、湿式さく岩機など、できるだけ多量の水を使う湿式方式を採用する。
- ② 飛来たい積した、たい積炭じんは定期的に清掃除去する必要がある。
- ③ 坑道の天井に、岩粉棚や水棚を設置する。
- ④ 炭じんの爆発性を抑制するために、不燃性の岩粉散布を行う。
- ⑤ 飛来たい積した炭じんを再浮遊させないために、塩化カルシウムや塩化マグネシウムなどの塩類の散布も有効である。

Ⅲ－8 次の標準地質年代区分のうち、中生代と新生代の境界として最も適切なものはどれか。

- ① 新第三紀・第四紀境界
- ② 白亜紀・古第三紀境界
- ③ ジュラ紀・白亜紀境界
- ④ 三畳紀・ジュラ紀境界
- ⑤ ペルム紀・三畳紀境界

Ⅲ－9 ある岩石を十分に乾燥させてから見掛け比重を測定したところ2.4であった。この岩石の真比重を測定したところ2.6であった。この岩石の空隙率 [%] に最も近い値はどれか。

- ① 3.2 ② 4.0 ③ 7.7 ④ 8.3 ⑤ 18.5

Ⅲ－10 地表から一定深さにある水平な鉱体を、垂直な残柱が規則正しく配置されたルームアンドピラー法で採掘する。地表から採掘深さまでの岩盤重量（上載岩盤重量）が全て均等に採掘後の残柱に作用し、採掘後の残柱の平均垂直応力と採掘前の垂直応力の比は次の式で与えられるものとする。

$$\frac{\sigma_m}{P_v} = \frac{1}{1-r_e}$$

P_v : 採掘前の垂直応力

σ_m : 採掘後の残柱の平均垂直応力

r_e : 採掘率

次の条件での採掘後の残柱の平均垂直応力 [MPa] に最も近い値はどれか。ただし、応力は圧縮を正とする。

条件1 岩盤の平均密度 : 2500kg/m³

条件2 重力加速度 : 9.8m/s²

条件3 地表からの深さ : 200m

条件4 採掘率 : 0.65

- ① 2 ② 3 ③ 8 ④ 14 ⑤ 28

Ⅲ－11 岩盤斜面の安定性に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

岩盤斜面の安定性については、斜面と不連続面の方向の幾何学的関係が重要である。斜面の傾斜が不連続面の傾斜と同じ方向の場合を a , 逆方向の場合を b と呼ぶ。 a では c が起りやすく、 b で斜面と不連続面が急傾斜の場合には d が起りやすい。

- | | <u>a</u> | <u>b</u> | <u>c</u> | <u>d</u> |
|---|----------|----------|----------|----------|
| ① | 受け盤 | 流れ盤 | トップリング崩壊 | 平面すべり崩壊 |
| ② | 受け盤 | 流れ盤 | 平面すべり崩壊 | トップリング崩壊 |
| ③ | 流れ盤 | 受け盤 | トップリング崩壊 | ブロック崩壊 |
| ④ | 流れ盤 | 受け盤 | ブロック崩壊 | 平面すべり崩壊 |
| ⑤ | 流れ盤 | 受け盤 | 平面すべり崩壊 | トップリング崩壊 |

Ⅲ－12 岩石試験片の一軸圧縮強度が50MPa、一軸引張強度が2MPaであった。岩石の破壊条件として、Mohr（モール）の応力円包絡線説が成立し、包絡線が直線で近似できる場合、この岩石のせん断強度 [MPa] に最も近い値は次のどれか。

- ① 5 ② 10 ③ 20 ④ 25 ⑤ 50

Ⅲ－13 爆薬威力係数とは使用する爆薬の標準爆薬の威力に対する比の逆数として表され、爆薬効力係数ともいわれる。ある爆薬の威力係数が e であるということは、同一の条件下で、標準爆薬であるニトログリセリン60%を含む桜ダイナマイト1kgとその爆薬 e kg とが同じ大きさの威力をもつことを表している。松ダイナマイト、ANFO爆薬（硝安油剤爆薬）、黒色火薬のそれぞれの爆薬威力係数を大きい順に並べたものとして次のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 松ダイナマイト > ANFO爆薬 > 黒色火薬
 ② ANFO爆薬 > 黒色火薬 > 松ダイナマイト
 ③ 黒色火薬 > 松ダイナマイト > ANFO爆薬
 ④ 黒色火薬 > ANFO爆薬 > 松ダイナマイト
 ⑤ ANFO爆薬 > 松ダイナマイト > 黒色火薬

Ⅲ-14 次の海底鉱物資源に関する記述として最も不適切なものはどれか。

- ① 海底熱水鉱床は、地下深部に浸透した海水がマグマ等により熱せられ、地殻から有用元素を抽出した「熱水」が海底に噴出し、周辺の海水によって冷却される過程で、銅、鉛、亜鉛、金、銀等の各種金属が沈殿してできたものである。
- ② 日本は2017年、ハワイ沖の水深5,000mの海底で、掘削・集積した海底熱水鉱床の鉱石を水中ポンプ及び揚鉱管を用いて海水とともに連続的に洋上に揚げる世界初の「採鉱・揚鉱パイロット試験」を実施し成功した。
- ③ コバルトリッチクラストは、北西太平洋域の海底に点在する海山の水深約1,000～2,500mの山頂部から斜面にかけての岩石を厚さ5～20cm位のアスファルトで覆ったような形態で分布している。
- ④ マンガン団塊は、直径が2～10cm程度の球形をし、米国ハワイ沖やインド洋などの水深4,000～6,000mの海洋底の堆積物上に半埋没する形で分布している。
- ⑤ 近年、南鳥島周辺の排他的経済水域内にある水深4,000～6,000mの泥質堆積物に、数千ppm以上のレアアースが含まれることが注目され、新たな資源としての可能性が指摘されている。

Ⅲ-15 次の鉱物のうち、理想化学組成式が CuFeS_2 で表されるものはどれか。

- ① 輝銅鉱 ② 黄銅鉱 ③ コペリン ④ 斑銅鉱 ⑤ 赤銅鉱

Ⅲ-16 粉砕に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① SAGミルは、粉砕媒体を用いず、大塊原料（砕料）どうしの衝突や摩耗により粉砕が行われる。
- ② 粗砕機として用いられているジョークラッシャは、おおよその目安として1.5～1m級の塊を10cm以下に破砕する。
- ③ 固体状態でその構成成分を相互分離しようとする場合、粉砕の主たる目的は、それらの単体分離性を向上させることである。
- ④ 粉砕では新しい表面積が生成し、表面エネルギーが増大する。そのために必要な仕事を粉砕仕事量あるいは粉砕エネルギーという。
- ⑤ 固体を粉砕すると産物は粒度分布を持つので、希望のサイズの粉を得るには分級が必要である。

Ⅲ－17 銅鉱石を処理する選鉱場で、銅精鉱のCu品位を高くするため浮選条件を調整したところ、原鉱、精鉱及び尾鉱（廃石）のCu品位が下表のAからBに変化した。このとき、銅回収率 [%] はどの程度減少したと評価されるか。次のうち最も近い値はどれか。

Cu品位の変化 (単位：Cu %)

	A	B
原 鉱	2.0	2.0
精 鉱	30.0	33.0
尾鉱（廃石）	0.18	0.20

- ① 0.01 ② 0.02 ③ 0.6 ④ 1 ⑤ 3

Ⅲ－18 流体中の粒子の挙動に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 粒子が流体中を運動する場合、粒子速度と流体速度の間に速度差が存在すれば、粒子は流体から抗力（流体抗力）を受ける。
- ② 粒子が流体から受ける抗力は、粒子の運動方向への投影面積と流体の運動エネルギーの積に比例する。
- ③ 液体サイクロンに入る液温を低下させると分離径が小さくなり、より微粒子まで捕集できる。
- ④ 粒子濃度が増大すると、媒体に粒子が分散したスラリが密度の高い重液のように振る舞うため、粒子の沈降速度は低下し始める。このような状況における粒子の沈降を干渉沈降と呼ぶ。
- ⑤ 静止流体中において重力が外力として作用する場合の粒子は、重力により加速されながら沈降し、やがて等速（終末沈降速度）で沈降するようになる。

Ⅲ－19 薄流選別法に関する次の記述の下線部のうち、最も不適切なものはどれか。

薄流選別法は、水平あるいは傾斜した板上を流れる水の薄流を利用して密度の異なる粒子の分離を行う。薄流中の流速は深さにより異なり、① 底面で0 であり、② 液面より少し下 で最大になる。そのため、水平よりやや傾斜した平板上で水とともに粒子を流した場合、粒径が等しい粒子では、③ 密度の大きい粒子 が速く下流へ移動する。密度が等しい粒子では、④ 粒径の大きい粒子 ほど速く下流へ移動する。この原理を利用した選別装置として揺動テーブル、⑤ スパイラル選別機、ライカート・コーンなどがある。

Ⅲ－20 浮選に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① パルプをインペラで攪拌する形式の浮選機には、攪拌によって生ずる負圧により空気を吸い込んで気泡を生ずるものと、外部から強制的に空気を送り込むものがある。
- ② 機械攪拌型の浮選機は、通常、数台を直列に並べて使用され、各浮選機が隔壁によって仕切られているCell to Cell型と、隔壁がなくパルプが自由に移動できるFree flow型とがある。
- ③ カラム式浮選機は、パイプやフィルタ、ノズルなどを通して外部より強制的に空気を吹き込むことにより多量の気泡を発生させ、その気泡自体の流れによりパルプ内の攪拌をも同時に行う方式である。
- ④ 比較的背の高い円筒型カラムにおいて、空気はカラムの下部より、フィードは中央部あるいはやや上部より導入され、気泡と粒子は捕収ゾーンにて向流的に接触する。
- ⑤ カラム式浮選機においては、親水性粒子はフロス層内で洗浄水のシャワーを受け精選されてオーバーフローし、疎水性粒子はカラム下部より排出される。

Ⅲ-21 電磁氣的性質を利用した分離に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 異種物質との接触，静電誘導，イオンや電子の衝突などによって帯電する現象を利用した分離法が静電分離である。
- ② 静電分離器は，粒子の電気伝導度の差や電荷の符号の違い，帯電の難易などを利用している。
- ③ 物質は，強磁性体，常磁性体，反磁性体に分類され，この磁気特性の違いを利用して物質を分離する操作を磁気分離という。
- ④ 磁気分離は，磁界で引き寄せられる磁性を有する粒子とそれ以外の粒子とに分離する方法である。
- ⑤ 磁場勾配(磁束勾配)のあるところに粒子を置くと，磁束密度の小さい方向に移動していく。磁場勾配を大きくしてやると，磁化率の低い粒子でも磁気分離が可能となる。

Ⅲ-22 2017年の我が国におけるプラスチックの利用とリサイクルに関連する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ただし，記述内容は一般社団法人プラスチック循環利用協会「プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況」による。

- ① リサイクルの手法を，マテリアルリサイクル，ケミカルリサイクル，サーマルリサイクルの3種類に分類する場合，2017年に最も多く行われた手法はサーマルリサイクルである。
- ② 廃プラスチックとして捕捉されている総量903万 tのうち，一般系廃棄物と産業系廃棄物を比べると，産業系廃棄物の方が多い。
- ③ 廃プラスチックの有効利用によるCO₂削減効果を見ると，一般系廃棄物の方がマテリアルリサイクルによる削減効果が大きく，全体としてのCO₂削減効果も産業系よりも一般系廃棄物の廃プラスチックの方が大きく貢献している。
- ④ 廃プラスチックのマテリアルリサイクルの量は，2000年と比べた場合，2010年では1.5倍以上と大きく増加しているが，2017年と2010年を比べるとむしろ若干減少している。
- ⑤ 我が国の2017年における国内樹脂製品消費量は1980年と比べ1.8倍に増加している。

Ⅲ－23 無機性排水の処理プロセスの選定法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 静置沈降試験，凝集沈殿試験，化学的方法で除去できない溶解性物質をさらに除去するためには，吸着，イオン交換などを検討する。
- ② 浮遊物質があれば静置沈降試験を行い，数時間以内で目的の水質値が得られれば，普通沈殿法で処置できると考えて良い。
- ③ 排水が油分を含むときは，まず静置沈降試験で遊離油を分離し，油分が目的値以内に入らないときは中和試験を行う。
- ④ 静置沈殿試験で目的の水質が得られないときは，凝集沈殿試験を行う。
- ⑤ 浮遊物質を除去した後の排水が有害物質を含有しているときは，pH調節，硫化物添加，酸化，還元などの化学的方法で有害物質の不溶化又は分解が可能かどうかを検討する。

Ⅲ－24 クロム（VI）（六価クロム）排水の処理に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 一般的に電解還元は，希薄廃液の処理に適用される。
- ② クロム（VI）の還元には，亜硫酸塩又は硫酸鉄（II）は適さない。
- ③ クロム（VI）は，酸性では強力な還元剤である。
- ④ 活性炭による処理は，吸着量は高いが，クロム（VI）の検出限界値以下の処理は困難である。
- ⑤ クロム酸は，強塩基性陰イオン交換樹脂塔に通水すれば除去される。

Ⅲ-25 重金属等による土壤汚染の対策技術に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 固化・不溶化処理は、有害物質を化学的に安定な物質に変化させ固相に閉じ込めて周囲の水や大気への移動性を抑止する。
- ② 重金属は吸着、錯体形成、沈殿等により土表面に多く存在しており、比表面積の相対的に大きい粗粒分は、細粒分 비해重金属含有量が高い。土壤洗浄とは、湿式分級による粗粒分の分離、土表面に存在する有害物質の剥離・洗浄により、土を清浄化する方法である。
- ③ 熔融処理は、焼却灰等を1,400～1,600℃の高温で熔融し、重金属とその塩化物の沸点の低い水銀、カドミウム、鉛、ヒ素などをガス中に揮散させて飛灰として捕集し、沸点の高いその他の金属をスラグ中に封じ込める。
- ④ 封じ込めは、汚染土壤を一般環境から隔離し、地下水・表流水などを通じての汚染拡散、土粒子の飛散、及びガス化による汚染拡散を防止する技術であり、原位置封じ込めと掘削除去して処分場に運搬する封じ込めがある。
- ⑤ 熱脱着工法は、金属精錬分野で用いられる焙焼法を応用し、汚染土を加熱して比較的沸点が低い物質を土から分離する技術である。400～600℃の温度領域で処理されることが多く、水蒸気注入法と塩化揮発法がある。

Ⅲ－26 一般廃棄物と産業廃棄物に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

ただし、記述内容は平成30年版 環境・循環型社会・生物多様性白書による。

- ① 産業廃棄物とは、事業活動に伴って生じた廃棄物のうち、廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令で定められた20種類のものと、廃棄物処理法に規定する「輸入された廃棄物」を指す。
- ② 一般廃棄物とは産業廃棄物以外の廃棄物を指し、し尿のほか主に家庭から発生する家庭系ごみのほか、オフィスや飲食店から発生する事業系ごみも含む。
- ③ 廃棄物のうち爆発性、毒性、感染性その他の人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがある性状を有するものは特別管理一般廃棄物又は特別管理産業廃棄物として指定されており、その処理に当たっては、種類に応じた特別な処理基準を設けることなどにより、適正な処理を確保している。
- ④ 2016年度の一般廃棄物のごみ総排出量に対する最終処分量の比率は3%であり、9.7%である産業廃棄物と比較して非常に小さい。
- ⑤ 物質フローの三つの指標のひとつである資源生産性は、2015年度が約38.2万円/tで2000年度と比べ約58%上昇したものの、2010年度以降は横ばい傾向となっている。

Ⅲ－27 石炭灰に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 石炭火力発電所での燃焼により熔融状態になった灰の粒子は、高温の燃焼ガス中を浮遊し、ボイラ出口で温度が低下することにともない、球形微細粒子となって電気集じん器に捕集される。これを一般にフライアッシュと呼ぶ。
- ② フライアッシュの主成分はシリカとアルミナなので、セメントに混合すると、セメントの水和の際に生成される水酸化カルシウムと反応して、耐久性と水密性を向上させる。
- ③ セメントにフライアッシュを混合した場合、ポズラン反応が長期間継続するため、セメントだけの場合よりも長期強度が増進し、耐久性に富んだ構造物ができる。
- ④ クリンカアッシュとは、ボイラ底部の水槽に落下した塊状石炭灰を破砕機で破砕、粒度調整したもので、化学的に不安定である。ただし主成分はフライアッシュとほぼ同じで大半はシリカとアルミナである。
- ⑤ クリンカアッシュは孔隙構造となっているので、単位体積重量が砂よりも軽く、排水性、通気性がよく、保水性や保肥性に優れている。

Ⅲ－28 産業廃棄物の最終処分場に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 安定型最終処分場では、安定型産業廃棄物以外の産業廃棄物の搬入を確実に防止するために、搬入産業廃棄物の展開検査が義務付けられている。
- ② 安定型最終処分場には、雨水等にさらされてもほとんど変化しない安定型産業廃棄物が埋立処分されるが、処分場の内部と外部を遮断する遮水工は義務付けられている。
- ③ 最終処分場は、廃棄物処理法によって遮断型最終処分場、安定型最終処分場及び管理型最終処分場の3つに分類され、各々の処分場に埋立処分できる産業廃棄物と最終処分場の構造基準・維持管理基準が定められている。
- ④ 管理型最終処分場には、金属等を含む産業廃棄物の埋立処分に係る判定基準により、遮断型最終処分場でしか処分できない産業廃棄物以外のものが埋立処分される。
- ⑤ 遮断型最終処分場には、廃棄物中の有害物質を自然から隔離するために、処分場内への雨水流入防止を目的として、覆い（屋根等）や雨水排除施設（開渠）が設けられている。

Ⅲ－29 次の（ア）～（エ）に相当する国名の組合せとして、最も適切なものはどれか。

ただし、BP Statistical Review of World Energy 2018を基準とする。

- （ア）2017年末における石油の確認埋蔵量が最も多い国
（イ）2017年中の石油の生産量が最も多い国
（ウ）2017年末における天然ガスの確認埋蔵量が最も多い国
（エ）2017年中の天然ガスの生産量が最も多い国

	<u>（ア）</u>	<u>（イ）</u>	<u>（ウ）</u>	<u>（エ）</u>
①	アメリカ	サウジアラビア	イラン	ロシア
②	ベネズエラ	アメリカ	ロシア	アメリカ
③	サウジアラビア	ロシア	ロシア	中国
④	ベネズエラ	サウジアラビア	カザフスタン	ロシア
⑤	サウジアラビア	アメリカ	イラン	アメリカ

Ⅲ-30 油層の排油機構に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 溶解ガス押し型では、油中に溶存していたガスが油層圧力の低下に伴い油層中で分離し、その膨張エネルギーにより排油が行われる。この型の油層では、置換型の排油機構に比べて油層圧の減退が急激である。
- ② ガスキャップ押し型では、油の生産に伴い油層圧力が低下することにより、油層頂部に存在するガス（ガスキャップ）の膨張が起こり、排油が行われる。この型の特徴は、溶解ガス押し型に比べて原油回収率が大きくなることである。
- ③ 重力押し型は、油層部で分離したガスが、油とガスの密度差に対する重力作用により構造頂部まで移動して二次的にガスキャップを形成する。油層の垂直浸透率が大きいほど、この機構が有効に作用する。
- ④ 水押し型は、ガスキャップ押し型と同様な置換型の排油機構で、主に隣接する水層の水膨張により排油が行われる。この型では、油の生産に伴い侵入水により油は構造の上部に押し上げられるため、油層圧の低下はゆっくりで、原油の究極回収率は通常ほかの型に比べて小さい。
- ⑤ 油膨張押し型は、不飽和油を胚胎する油田すなわち油層圧力が油の飽和圧力以上にある場合において、油自体の膨張エネルギーにより排油が行われるものである。油の膨張率はガスのそれに比べて小さいため、この機構による排油量は相対的に小さい。

Ⅲ-31 坑井内物理検層技術に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 密度検層は、測定器から放射されたガンマ線がコンプトン散乱され測定器に戻ってくる強度を利用して地層の密度を測定する。
- ② 音波検層は、密度検層と組合せることにより、音響インピーダンスや反射係数の算出、地層孔隙率の推定に用いられる。
- ③ 中性子検層は、地層の孔隙率を測定できるばかりでなく、ガス層の検出も可能である。
- ④ ガンマ線検層は、砂岩層と石灰岩層の判別や砂岩含有率の推定に用いられる。
- ⑤ 自然電位検層は、浸透性を有する地層の検出や地層水の塩分濃度の推定に利用される。

Ⅲ－32 石油坑井掘削に用いられる泥水に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 泥水循環には、掘屑を坑底から除去し地上へ運搬することに加えて、泥水柱圧によって坑井内の圧力を制御し地層流体の坑井内への流入や地上への噴出を防止する役割がある。
- ② SBM (Synthetic Base Mud) は、油系泥水と同様に頁岩層の水和膨潤を抑制する作用が大きいなどの優れた性質を有するが、国内ではまだ使用されていない。
- ③ 浸透性の高い地層に対しては、坑井内の泥水柱圧が高いほど差圧抑留が発生する危険性が高くなる。
- ④ KClポリマー泥水は、泥水中のKイオンにより頁岩層の膨潤を抑制する効果に優れており、国内で広く用いられている。
- ⑤ 坑壁の表面に形成される一種のろ過膜である泥壁には、坑壁を安定に保って崩壊を防ぐ、ドリルストリングとの摩擦を小さくする、などの重要な役割がある。

Ⅲ－33 原油の回収法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 原油の回収率は、フィールドにより幅があるが、一次回収では20～30%、二次回収では30～40%、三次回収では40～60%程度といわれている。
- ② 原油の回収法は、一般的に、一次回収、二次回収及び三次回収に分類でき、一次回収法と二次回収法を合わせて在来型回収法、三次回収法を増進回収法 (EOR) と呼ぶこともある。
- ③ 一次回収法とは、油層の自然の排油エネルギーを利用した回収法のことであり、最も一般的なものは自噴採油である。
- ④ 二次回収法とは、ガスリフトやポンピング等の人工採油法のことをいう。
- ⑤ 三次回収法とは、本来油層が持っていない排油機構に着目して原油の回収率の増加を試みる手法であり、これには熱攻法やポリマー攻法、ガスマシブル攻法などがある。

Ⅲ-34 ダルシーの法則が成り立つ非圧縮性流体の一次元線形流動を考える。同じ長さ、同じ断面積で、それぞれ2md（ミリダルシー）と20mdの異なる浸透率をもつ2つの岩石コアを流動方向に直列につなぎ合わせたとき、連結コア全体の浸透率 [md] の理論値に最も近い値はどれか。

- ① 0.28 ② 1.8 ③ 3.6 ④ 5.5 ⑤ 11.0

Ⅲ-35 石油の可採年数に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

可採年数とは、ある地域（国，地方，油田など）の、ある年の年末時点での a をその年の b で割った比であり、あと何年石油の生産を継続できるかを表す指標として用いられる。1990年代以降、中東の可採年数は c の傾向にあるが、世界全体の可採年数はほぼ d 年程度の水準を維持し続けている。

	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>	<u>d</u>
①	既発見資源量	累計生産量	減少	30～40
②	予想埋蔵量	年間消費量	増加	30～40
③	確認埋蔵量	年間生産量	減少	40～50
④	予想埋蔵量	年間生産量	減少	50～60
⑤	確認埋蔵量	年間消費量	増加	40～50