

8 資源工学部門【必須科目Ⅰ】

I 次の20問題のうち15問題を選び解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

I-1 「鉱山保安法」に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 保安委員会は、保安統括者、保安管理者及び委員をもって組織し、保安統括者が議長となる。
- ② 保安統括者は、保安管理者に保安委員会の議長の職務を行わせることができる。
- ③ 保安委員会の委員は、鉱業権者が、その鉱山の鉱山労働者の中から選任する。
- ④ 保安委員会の委員の半数は、その鉱山の鉱山労働者の三分の一以上の推薦により選任しなければならない。ただし、その推薦がないときは、この限りでない。
- ⑤ 保安委員会は、議長が招集し、その議事は、出席者の過半数をもって決する。可否同数の場合は、議長が決する。

I-2 騒音に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 音は空気ばかりでなく、液体や固体も含めて弾性体の中に生じる縦波（疎密波）で、媒質粒子の振動が媒質の慣性と弾性によって伝搬していく現象である。
- ② 音の高さは媒質粒子の振動振幅の大小で決まる。音の強弱は、音圧が正と負の圧力変化を繰り返す1秒当たりの回数で決まる。
- ③ 振動ふるいなどから時に発生することがある超低周波音とは20Hz以下の音波で、耳には聞こえないがかなり遠くまで窓などをガタガタさせて公害問題となっている。
- ④ 音波の波長 $\lambda$ は、音速 $c$ 、周波数 $f$ で決まる。

$$\lambda = c / f \quad (\text{m})$$

媒質が変わっても周波数は変わらない。音速は変わるので波長が変わることになる。空気中では音速は約340m/sであるから、聞こえる音の波長は、数cmから約20mの範囲に及ぶことになる。

- ⑤ 光の波長に比べて音の波長はきわめて長く、また器物、建物などの寸法に近いので、光に対して影になる場合も音は回折して影をつくりにくい。

I-3 ブロックケービング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 ブロックケービング法は坑内採掘法の中で、採掘コストが最も高い採鉱法である。
- ② 開坑・採掘準備作業に比較的多額の経費と時間が必要になる。
- ③ 作業の標準化・組織化がし易く、災害発生率は比較的低い。通気設計も容易である。
- ④ ケービングを維持し制御することは難しいため、一度出鉱が始まると出鉱速度の調整が困難である。
- ⑤ ケーバビリティやドロー・コントロールにもよるが、採掘実収率は高くなく、ズリ混入は避けられない。

I-4 「採石技術指導基準書」参考資料（経済産業省資源エネルギー庁 平成15年版）に記された採掘跡地の緑化に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 緑化とは、自然が持つ再生力が最大限に発揮されるように手助けする行為である。自然の再生には自然が形成されてきた順序や法則を尊重し、生態系の流れに順応してできるだけ自然に近い緑化方法で施工することが重要である。
- ② 植生の再生は、復元目標→緑化基礎工→植生工→植生管理工の一貫した技術体系のもとで行う。
- ③ 採石跡地は、一般に土壌のない硬質な痩せ地で乾燥するため、極盛相を構成する樹種を当初から導入した方がよい。
- ④ 採石跡地の当面の復元目標は、荒廃裸地の改善に有効なヤシヤブシ、アカマツなどその地方の先駆樹種や肥料木を主体とする群落とした方がよい。
- ⑤ 単純な草本緑化では、根系が浅いので崩壊など土砂災害の危険性が高いこと、衰退し易いこと、景観と調和しないこと、生態系の回復が遅いことなどから、一般に好ましくない。したがって、木本と草本を組合せた緑化が好ましい。

I-5 ベルトコンベヤーの据付け・運転に対する注意事項に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① スカートはベルト進行方向に対し、わずかに末広がりにし、スカートゴムとベルトのすき間は入口側を出口側より多くとり、かみ込みによるベルトの損傷を避ける。
- ② 基礎コンクリート、駆動フレームなどは狂いの起こらぬよう十分な強度を持たせ、据付けに当たっては、水平、中心を正確に出さなければならない。特に駆動部はライナを使って水平度を正確に出すべきである。
- ③ ローラ類は十分に注油されたよく回転するものを、フレーム中心線に対して水平かつ直角に取り付ける。
- ④ シュートは運搬物がベルト速度とほぼ同じ速度で落下し、しかも飛び跳ねないような角度と大きさを必要とする。
- ⑤ ベルトの接合方法・施工状況及びローラなどの設置要因でもベルトが片寄るので、ベルト蛇行検出装置を設置するのが望ましい。

I-6 電気による火災に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 機器、機材の選定に当たり、絶縁耐力、電気容量等の仕様に余裕を持たせるとともに、不燃性、難燃性機器機材（乾式変圧器、磁気遮断器等非油入形の遮断器、ビニルシース等の難燃性ケーブル）を採用する。
- ② 過電流継電器、地絡継電器等により、速やかに異常を検出、遮断器で故障回路を遮断し、火源の持続を絶つこと。
- ③ 導体接続及び接地工事を確実に行う。温度上昇の可能性のある箇所は、温度計、サーモラベル等で監視、また定期的な絶縁測定、保護装置の定期的機能の確認等により電気事故を防止すること。
- ④ 延焼防止については、近辺に可燃物を置かないこと。屋内の場合、防火構造とすること。適切な機器間隔をとること。メタルエンクロズド形とすることも有効である。
- ⑤ 火源としては、短絡、地絡による絶縁破壊時のアーク、過電流持続による導体発熱、導体接続部の接触抵抗減少による発熱等がある。

I-7 捨石・鉱さいたい積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 たい積場の位置は、下流側近傍に人家、重要な構築物等が存在しないこと。
- ② 地盤調査においては、たい積場の基礎地盤及びその付近の地盤を構成する岩石又は土の種類、性状及び賦存状態をあらかじめ調査すること。
- ③ かん止堤の設計要件として、基礎地盤に対し許容支持力以上の荷重を与えないこと。
- ④ 安定解析によるたい積場の安定度は1.10以上とすること。
- ⑤ 排水施設については、原則として場外水排除施設、場内水排除施設及び非常排水路を設けること。

I-8 地熱資源開発において、間接的に地下温度を推定する方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 熱源の熱ポテンシャルを評価する方法としてスミス-ショウダイアグラムがあり、マグマの最新の火山活動が若いほど、またマグマからの噴出量が多いほどポテンシャルが高いとして評価する。
- ② キュリー点とは地殻中の岩石が磁性を消失する温度である。
- ③ 火山活動域のキュリー等温面は深くなっており、そうした分布が地熱開発地域を設定する際の参考となる。
- ④ 熱水鉱物脈中の石英等の鉱物中には流体包有物が存在し、そこに含まれている流体の物理化学特性を分析することで、地熱流体の温度や化学組成を明らかにすることができる。
- ⑤ 地熱流体中に溶存している化学物質の組成を用いて、それらが地表に流出してくる以前に地下の地熱貯留層内で化学平衡であったと仮定すると、貯留層の温度を計算することができる。

I-9 地熱発電や地中熱利用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。

地熱発電は、CO<sub>2</sub>の排出量がほぼゼロで環境適合性に優れ、低廉で安定的な発電が可能な電源である。世界の地熱発電導入量を2015年末時点で比較すると、最も多い国はである。

地熱流体の温度が低く十分な蒸気が得られないときなど、地熱流体で沸点の媒体を加熱し、媒体蒸気でタービンを回し発電する方式がバイナリー発電である。

地下十数m の地温は、冬では地下の方が10℃程度高く、夏では地下の方が10℃程度低い。この温度差を利用して暖房や冷房等を行うというのが地中熱利用である。ヒートポンプを用いる地中熱利用冷暖房システムには熱交換用の坑井が必要であり、坑井に入れる熱交換器には大きくと同軸二重管方式がある。

	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>	<u>d</u>	<u>e</u>
①	ピークロード	アメリカ合衆国	高い	以深	U字管方式
②	ベースロード	アメリカ合衆国	低い	以深	U字管方式
③	ピークロード	フィリピン	低い	以浅	U字管方式
④	ベースロード	フィリピン	高い	以浅	プレート方式
⑤	ピークロード	フィリピン	高い	以深	プレート方式

I-10 水資源に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 地球は「水の惑星」と呼ばれるが、地球の水の約97.5%は海水等で、淡水は2.5%に過ぎない。
- ② 淡水の内訳をみると、約30.1%が地下水であり、河川水は0.01%に満たない。
- ③ 高度経済成長の過程では、主に工業用水での地下水採取量の増大によって地盤沈下や地下水の塩水化といった障害が発生し、大きな社会問題となった。
- ④ 平成26年4月2日に公布された水循環基本法では、水循環に関する取組の推進は、各国独自に責任を持って行われなければならない、と謳われている。
- ⑤ 水循環基本法において、「水循環」とは、水が、蒸発、降下、流下又は浸透により、海域等に至る過程で、地表水又は地下水として河川の流域を中心に循環することをいう。

I-11 石油・天然ガスの貯留岩の性状に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 孔隙率とは、貯留岩に流体等を保留できる孔隙がどの程度あるかを示す値であり、孔隙容積と岩石のかさ容積との比で表される。連通のある孔隙のみを対象とした有効孔隙率と、連通のない孔隙も含めた絶対孔隙率がある。
- ② 液体飽和率とは、岩石の孔隙内に存在する流体の割合率を表現する指標であり、孔隙内に含まれる各流体の体積と岩石のかさ容積との比で表される。測定法としては、電気検層のデータから算出する方法とコア試験より直接測定する方法がある。
- ③ 浸透率とは、岩石等の多孔質物体内における流体の流れやすさを表現する指標であり、一般に開発対象の貯留岩となるために必要な浸透率は、1～10mdである。0.1md以下の貯留層をタイト層と定義することもある。
- ④ 互いに溶け合わない2つの流体が固体の表面で接触すると、両者の固体表面を濡らそうとする性質（濡れ特性）の差から、両者の間に圧力差が生じる。この圧力差を毛管圧力という。
- ⑤ 比抵抗とは、物質（岩石）の電流を通す能力を表す値であり、乾いた岩石は一般に電気を通さず、比抵抗は非常に大きい。その孔隙に地層水が入ると水に溶解しているイオンのため電解伝導を呈し良導体となる。

注) md：ミリダルシー，ダルシー（darcy）の1/1000

I-12 坑井の掘削に関連した次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 地層の孔隙を満たしている流体に作用している圧力を地層圧という。地層圧が静水圧より大きい地層を異常高圧層、小さい地層を異常低圧層という。
- ② 掘削中に地層内の流体が坑井の中に流入してくる現象をキック、流体の流入を制御できなくなって地層流体が坑口まで達し、地上に噴き上げてくる状態を噴出あるいは暴噴と呼ぶ。
- ③ ロータリー掘削用ビットは、回転機構の有無によってローラービットとフィックスドカッタービットの2種類に分けられる。ローラービットには、ナチュラルダイヤモンドビットやPDCビットなどがある。
- ④ トップドライブシステム（TDS）は、ロータリー掘削の1つの方式であり、掘削櫓の上部からドリルストリングを直接回転させる。一方、ダウンホールモーターは、坑内において泥水の水力を利用してビットのみを回転させる。
- ⑤ 坑口に備える噴出防止装置（BOP）は、坑井を密閉する一種の安全弁のような役割をする装置であり、アニューラー型とラム型の2種類に分けられる。

注) PDC : Polycrystalline Diamond Compact

TDS : Top Drive System

BOP : Blowout Preventer

I-13 石油・天然ガスの採取に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 自噴とは、自然状態で油・ガス貯留層の圧力が高く、その高圧力から起因するエネルギーだけで坑井内の流体を押し上げて地上まで噴出させられる状態のことである。油井の自噴エネルギーは、油層内における溶解ガスの分離膨張、ガスキャップガスの膨張、地層水の膨張、重力などにより生じる。
- ② ガスリフトとは、生産井のチュービング、又はケーシング側からガスを圧入することで生産流体の見かけの比重を上げると共に、ガスの膨張エネルギーを利用して汲揚量を増大させる人工採油法である。
- ③ 二次回収法とは、油層に人工的に排油エネルギーを付与して採油する方法である。一般的には油層圧力の減退を補うことを目的として水やガスを坑井から圧入し、原油の回収率を向上させる水攻法及びガス圧入法がある。
- ④ 水蒸気圧入法は、高温高圧の水蒸気を貯留層に圧入して原油を加熱し、主としてその粘性を低下させることで生産性を改善する増進回収法の一つであり、一次採取法では経済的に開発することが困難な原油の採取に広く適用されている。
- ⑤ 水溶性天然ガスは、ガス層に共存する「付随水」を汲上げることにより採取される。坑井仕上、排水設備などは、一般地下水のそれと共通する部分がある。また、ガスの採取技術や採取設備は、石油やいわゆる構造的天然ガスのそれと共通する部分がある。

I-14 次のうち、環境基本法第16条による公共用水域の水質汚濁に係る環境基準において、人の健康の保護に関する環境基準を定めている項目の組合せとして最も適切なものはどれか。

- ① 全亜鉛、四塩化炭素、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素
- ② 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、全亜鉛、ノニルフェノール
- ③ セレン、ノニルフェノール、四塩化炭素
- ④ ノニルフェノール、セレン、全亜鉛
- ⑤ 四塩化炭素、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、セレン



I-15 重金属排水の処理に用いられるアルカリ剤に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① カセイソーダは、小規模から大規模処理設備で広く使用されており、キレート剤や分散剤による凝集阻害作用を受けにくい。
- ② 消石灰は、カセイソーダに比べ安価であるため、大規模な排水処理で使用される場合が多い。
- ③ 消石灰は、乳液として使用するため薬品貯槽、薬注配管での沈殿防止対策が必要であり、炭酸カルシウムのスケール発生にも注意する必要がある。
- ④ 水酸化マグネシウムの適用上の注意点は、中和速度が遅いことであり、pH 6 ぐらいまでは消石灰と同等であるが、pH 8～9 では1時間以上の反応時間が必要なこともある。
- ⑤ 石灰石の特徴的使い方の1つに濃厚ふっ酸廃液の処理があり、これは粒子状の石灰石充填塔にふっ酸廃液を通液することにより、ふっ素を高純度のふっ化カルシウム結晶として回収する方法である。

I-16 重金属を含むスラッジの処理に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① コンクリート固化法は、スラッジの性状によらず固化が可能であるが、有害物質の溶出防止が完全でない場合があるため、有害物質の溶出についての事前検討が必要である。
- ② 焼結処理法は、焼結温度が比較的低温で処理されたとしても800～1,000℃程度で行われるので、有害物質の揮散が問題になり、対象となるスラッジは限定される。
- ③ 焼結処理法は、有害重金属がすべて安定化されるとは限らず、通常の場合では、クロムのように酸化されてクロム(VI)となり、むしろ水によく溶解する形になってしまう場合がある。
- ④ 重金属スラッジの含有金属を資源として回収する山元還元法と呼ばれる方法があり、めっきスラッジの場合は有価金属の含有量が多く山元還元に適しているが、発生量が少ない、成分のばらつきが大きいなどの問題がある。
- ⑤ 重金属スラッジの有価金属の回収、埋立処理のいずれにおいても含水率の低減は重要である。

I-17 環境管理手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 マネジメントシステムは、環境や品質に限ったことではなく、労働安全衛生、エネルギー、情報技術など様々な分野でつくられ、PDCA（Plan-Do-Check-Act）サイクルと呼ばれる管理システムで構築されている。
- ② 国際規格であるISOは、品質マネジメントシステムに関する要求事項を定めた品質マネジメントシステム規格ISO 9001を発行し、さらに、環境マネジメントシステムに関する要求事項を定めた環境マネジメントシステム規格ISO 14001を発行した。
- ③ 環境影響評価法に基づく環境影響の予測評価の対象は、大気、騒音、振動、水質などの従来型の公害であり、生物の多様性の確保及び自然環境の保全や、人と自然との豊かなふれあいに係る要素については調査項目から除外している。
- ④ 環境ラベルとは、商品（製品やサービス）の環境に対する情報を、製品やパッケージ、広告などを通じて消費者に伝えるもので、そのラベルの表示は法律で義務付けられたものではなく企業の判断にゆだねられている。
- ⑤ 国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律（グリーン購入法）は、企業や一般国民に遵守義務はないが、環境物品の製造業者、輸入業者若しくは販売業者に対しては購入者等への情報提供の努力義務を、国民には環境物品の選択を責務（努力目標）として規定している。

I-18 選鉱に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 単体成分のみからなる粒子を単体粒子、複数成分からなる粒子を片刃粒子と呼ぶが、単体分離とは、片刃粒子をなくし、単体粒子のみからなる状態にすることである。
- ② 湿式粉砕では対象が微粒子になるほど凝集が顕著となり、超微粉砕の達成は非常に困難であるが、乾式粉砕ではより微粉への粉砕を達成し易い。
- ③ 表面粉砕には法線方向よりも接線方向の作用力が優位な装置が有効であることが知られており、高速攪拌型ミルや媒体型攪拌ミルなどがある。
- ④ 高勾配型磁選機は、コイルの内部磁場中にマトリクスとしてエクspandメタル、スチールウール等を充填してその内部に高い磁界勾配を発生させるものである。
- ⑤ 薄流選別は、傾斜板上にスラリーを流し、傾斜板との摩擦によって粒子がその場に留まろうとする力と、水膜の厚さ方向に速度勾配を持つ薄流により斜面下部に押し流そうとする力のバランスによって、高低比重粒子を選別するものである。

I-19 廃棄物再資源化の重要な技術に選別がある。選別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 風力選別装置には、縦型風力選別機、ジグザグ選別機、エアータブルなどがある。
- ② 重液選別は、高低比重産物の中間比重を持つ媒体により浮沈分離する方法である。一般には微粉碎した粒子を水に懸濁させた擬重液が使用され、最も広く使用されている擬重液媒体（重液材）は、磁鉄鉱やフェロシリコンである。
- ③ 渦電流選別では、金属粒子に交流磁場を作用させると渦電流が生じ、ローレンツ力の作用で斥力が作用し移動するが、絶縁体粒子は移動しない。
- ④ 静電選別において、粒子を静電界内に置いたとき、その粒子に働く電氣的な力は粒子の帯電量と電界強度の積で与えられる。
- ⑤ ソーター選別において、選別の対象となるのは、数 $\mu\text{m}$ 程度の微粒子である。

I-20 土壤汚染対策に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 土壤洗浄法は、洗浄、分級、泡沫浮上、抽出等の技術を組合せた土壤処理プロセスである。
- ② 原位置土壤洗浄（ソイルフラッシング）の対象となる土壤としては、均質で透水性の良好な土質、すなわち砂、礫を多く含有する砂質土が最適である（透水係数で $10^{-4}\text{cm/s}$ 以上）。
- ③ バイオスティミュレーションは、汚染した土壤・地下水に窒素、リンなどの無機栄養塩類、メタン、堆肥などの微生物の増殖に必要なエネルギー源としての有機物、さらに空気や過酸化水素等を添加し、現場に生息している微生物を増殖させて浄化活性を高める方法である。
- ④ 揮発性有機化合物で汚染された土壤・地下水汚染に使用される酸化剤としては、過マンガン酸塩、過硫酸塩、過酸化水素と第二鉄イオンの併用などがある。
- ⑤ 動電学的土壤浄化法は、汚染土に電極を通じて直流電圧を印加し、電気泳動と電気浸透を発生させることによって汚染物質を除去する方法である。