

**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」に関する次の条文のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① この法律において「鉱山労働者」とは、鉱山において鉱業に従事する者をいう。
- ② 鉱山労働者は、鉱山においては、経済産業省令の定めるところにより、鉱業権者が講ずる措置に応じて、鉱山における人に対する危害の防止及び施設の保全のため必要な事項を守らなければならない。
- ③ 鉱山労働者は、保安を確保するため、鉱業上使用する建設物、工作物その他の施設を経済産業省令で定める技術基準に適合するように維持しなければならない。
- ④ 鉱業権者は、特定施設であつて保安の確保上特に重要なものとして経済産業省令で定めるものについては、経済産業省令の定めるところにより、定期的に、検査を行い、その結果を記録し、これを保存しなければならない。
- ⑤ 鉱山労働者は、この法律若しくはこの法律に基づく経済産業省令に違反する事実が生じ、又は生ずるおそれがあると思料するときは、保安統括者又は保安管理者に対し必要な措置をとるべき旨を申し出ることができる。

I-2 「採石技術指導基準書」(経済産業省資源エネルギー庁 平成15年版)に記された露天採掘による災害防止のための次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 採掘箇所が他人の土地に隣接する場合は、隣地の崩壊を防止するため隣地との境界から一定の幅の表土を除去しない区域(保全区域)を設けること。境界線から表土を除去するのり肩までの水平距離(保全距離)は原則として5 m以上とする。
- ② 保全区域に接する表土を除去した後ののり面は、50°以下で、かつ、安全な傾斜とし、表土の崩壊が進行しないよう必要に応じて土羽打ち、植栽、しがらみ、その他の保護工、土留工を施すこと。
- ③ 起砕岩石、表土等が隣地に崩落するおそれのある箇所には、金網、土えん堤、石垣、コンクリートよう壁等、十分に効果のある転落石防止施設を設けること。
- ④ 採掘準備のための表土除去及び採掘範囲の拡大等に伴い、降雨時の場内水の流出量の増大が見込まれる場合には、濁水防止のための沈砂池を適切に設置すること。
- ⑤ 災害防止、終掘後の残壁保持と植栽、高能率かつ安定生産等の観点から、最も合理的な採掘方法である階段採掘法(ベンチカット法)を採用することとし、傾斜面採掘法、坑道式発破法等は原則として行わないこと。

I-3 露天採掘法での積込・運搬機械に用いられる潤滑油に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 潤滑油は、異種のを混合してはならない。同種であっても、メーカーの異なるものは混ぜない方が良くとされている。
- ② 油脂中に、水、じんあい、異物などを混入させない。使用するジョッキやじょうごは良く洗った後使用し、給油口の蓋やレベルプラグを取る前には、周辺の泥やじんあいを拭き取る。
- ③ 潤滑油の交換は、運転終了直後のまだ液温が高く、じんあいが攪拌されて油中に浮遊しているうちに排出して行う。排出の際は車体を水平にしておく。
- ④ 潤滑油を交換する場合は、注入口のろ網、ブリーザ(空気抜孔)、ドレンプラグのマグネット(鉄くずを吸いつけるように磁石になっている)も清浄にする。エンジンオイルの場合は、交換と同時にオイルフィルタのエレメントも取りかえる。
- ⑤ ボールベアリング、ローラベアリングに給脂する場合、グリースがベアリングの空隙に一杯になるほど入れると、回転の抵抗を増し過熱することがある。ベアリングの場合は、その空隙の1/5以下入れるのが適当である。

I-4 火薬類に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 爆発速度が2,000～8,000 m/sの急激な化学反応を爆ごうといい、衝撃波と強力なガス圧を伴う。300 m/s程度と反応速度が遅く、衝撃波がほとんどなく、発生ガスによる圧力を主とする反応を爆燃という。
- ② 火薬類取締法第2条による分類では、推進的爆発の用途に供されるものを火薬といい、破壊的爆発に使用されるものを爆薬という。また、火薬、爆薬を使用して、加工・製造したものを火工品という。
- ③ 工業爆薬を大別すると、鉱工業用爆薬と石炭鉱山用爆薬に分けられる。石炭鉱山用爆薬は、石炭鉱山の坑内ガス、炭じんに対する安全性確保のため、食塩、塩化カリウムなどの減熱・消炎剤を配合して、爆薬のエネルギーを少なくし、爆発温度を下げる措置を講じている。
- ④ 硝安油剤爆薬（ANFO爆薬）は、硝酸アンモニウム74%と軽油26%を成分とし、他の火薬類や鋭感剤を含まない。起爆時には、通常のダイナマイトや含水爆薬などの爆薬を起爆剤として用いる。
- ⑤ 含水爆薬（スラリー爆薬およびエマルジョン爆薬）とは、組成中に水を含む（含有率は8～15%）ことを特徴とする。衝撃、摩擦等に比較的安全であり、特に火炎では着火しにくい。耐水、耐湿性があり、水孔の使用に適している。

I-5 ベルトコンベヤーに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ベルトコンベヤーの運搬能力は、幅と速度によって定まり、運搬距離に無関係である。
- ② ゴムベルトの接合で最も応急的な方法は、エンドレス加硫接合法である。本法は、ベルトを適当な長さにはがし、糊で接着した後、150℃前後の温度で30分前後加熱圧縮して硫化接合する。
- ③ コンベヤーローラには、運搬物を載せて運ぶ側のキャリヤローラ、帰り側のリターンローラ、ベルトの蛇行を自動的に調整する調心ローラ、荷積み箇所では衝撃を緩和するインパクトローラなどがある。
- ④ プーリには、ヘッドプーリ、ドライブプーリ、テールプーリなどがあり、鋼製・鋳鉄製である。プーリ表面はベルト片寄り防止のため中高にし、高張力用はプーリ全体に張力を均一化させるため平坦にする。
- ⑤ 傾斜コンベヤーでは運搬物が積載されたまま停止すると、逸走したり逆転したりして事故を起こす。このため、ラチェット、ローラ式、電磁式などの逆転防止装置を、また油圧式や電磁式のブレーキを、プーリ軸、減速機軸又は電動機軸に取り付ける。

I-6 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 音波とは、大気中の1点における微小な空気の圧力の変化が、次々に隣の位置に伝わる振動現象である。
- ② 空気の粒子振動方向と音波の伝搬方向が平行のため、空気中の音波は縦波である。音速は、常温では約400 m/sである。
- ③ 音場内のある1点における圧力変化の繰り返し、つまり1秒間の音圧変動のサイクル数を周波数  $f$  (ヘルツ, Hz) という。
- ④ 人は一般には周波数で20~20,000 Hz、音圧レベルで0~130 dBの範囲を知覚する。ただし、人が感じる音の大きさは、音圧の大小のみならず、周波数によっても異なる。
- ⑤ 騒音に長時間曝露した結果の騒音性難聴では、検査音周波数で3,000~4,000 Hzに対する聴力損失が大きくなる特徴がある。

I-7 ロックボルト工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 発破などで緩んだ岩塊を緩んでいない地山に固定し、落下を防止しようとする効果を吊下げ効果という。割れ目の発達した地山において、吹付けコンクリートと併用すると効果がある。
- ② 地山内にロックボルトが挿入されていると、地山自身の有するせん断抵抗力が増大し、地山が降伏した場合でも残留強度が増す。このような現象は、ロックボルトにより地山の強度特性が改善されたということになり、これを地山改良効果という。
- ③ 坑道周辺が層を成している地山は、層理面で分離して重ねばりとして挙動するが、ロックボルトの施工によって層間を締め付けると、層理面でのせん断応力の伝達が可能となり、合成ばりとして挙動させる効果が生じるが、これをはり形成効果という。
- ④ ロックボルトの定着方式には定着材式と摩擦式がある。定着材式は湧水処理を行ってもモルタルが流出するおそれやその品質の確保が困難な場合、あるいは打設後のできるだけ早い時期にロックボルトの効果を発揮させたい場合に採用されることが多い。
- ⑤ ロックボルトの引張力に相当する力が内圧として坑道壁面に作用する。これにより坑道近傍の地山を三軸応力状態に保つことが可能となるが、これを内圧効果という。

I-8 地熱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 地熱資源は、熱源としてマグマの活動に関係するかどうかによって火山性と非火山性に大別される。
- ② 熱水対流系地熱資源は、地熱流体の状態により蒸気卓越系と熱水系に二分され、熱水系はさらにその温度により高温、中温、低温の3つに細分される。
- ③ 熱水対流系の調査・探査の目的は、熱源だけでなく、熱を地表に運び出すための流体と、それを蓄えるための貯留構造を正しく把握することである。
- ④ 非火山性地熱資源としては地殻深部から熱伝導により加熱された深層熱水が知られているが、高温のものは余り期待できない。
- ⑤ バイナリー方式発電は、地熱流体の持つ熱エネルギーを、熱交換器を介して高沸点の熱媒体に伝達し、これにより得られた熱媒体でタービンを回す。

I-9 地中熱利用に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 火山地域などではない普通の地域でも、地下深部からの地殻熱流量の形で、地表に向かう伝導的な熱の流れが存在している。
- ② 地下十数m以深の地温は、たとえば、東京や福岡の気温に比して冬では地下の方が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。
- ③ 地中熱冷暖房システムに用いるヒートポンプは、冷媒を圧縮することによって温度を上昇させ、また逆に冷媒を膨張させることによって温度を下げる温度調節機能を持っている。
- ④ ヒートポンプを用いる地中熱冷暖房システムの熱交換器には坑井が必要であり、坑井に入れる熱交換器には大きくU字管方式と同軸二重管方式がある。
- ⑤ ヒートポンプを用いる地中熱冷暖房システムの熱交換性能はU字管方式の方が優れているが、施工性は二重管方式の方が優れている。

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 地表水や地下水などとして存在する利用可能な淡水量は、地球上の全水量の0.8%にすぎない。
- ② 降水のかたちで大気から補給され、河川水・地下水となって海に流出したり、あるいは蒸発散でふたたび大気に戻っていくため、陸上の淡水は循環性をもち、常に更新される性質をもつ。
- ③ 我が国においては地表水にはさまざまな水利権が設定され、これらの既得水利権による水利用の制約が存在している。
- ④ 我が国の地下水利用量は、地表水利用量と比較して単一の施設による利用可能量が制限されていない。
- ⑤ 我が国の水循環基本法では、地下水を含む「水が国民共有の貴重な財産であり、公共性の高いもの」と初めて法的に位置付けられた。

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孔隙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、1～10 mdである。0.1 md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、比抵抗は非常に小さいが、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 掘削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 泥水柱圧を地層圧よりも大きくして掘削する技術をアンダーバランス掘削と呼び、掘進率を飛躍的に向上させることができるという利点を持っている。
- 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 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。
- ④ ロータリー掘削ビットは、回転機構の有無によってローラービットとフィックスカッタービットの2種類に分けられる。フィックスカッタービットには、ナチュラルダイヤモンドビットやPDCビットなどがある。
- 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、現在使われているBOPはアニューラー型とラム型の2種類に分けられる。

注) TDS : Top Drive System

PDC : Polycrystalline Diamond Compact

BOP : Blowout Preventer

I-13 物理検層に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 物理検層とは、掘削後又は掘削中の坑井に計測機器を降下し、油ガス層評価や坑内状況を把握するため、各種の物理量を測定する技法である。
- ② 中性子検層とは、放射線源より中性子を放出して地層内を通過する際の減衰率から、岩石の孔隙率を連続的に測定する検層である。
- ③ セメント評価検層とは、ケーシングを走行する音波信号の振幅を連続的に測定し、その減衰の割合から背後のセメントと鉄管の密着度を評価する検層である。
- ④ 核磁気共鳴検層とは、地層水中に存在する酸素原子に生じる核磁気共鳴現象を利用して孔隙率を測定する手法である。
- ⑤ 比抵抗検層には、インダクション検層、ラテロ検層などがあるが、ラテロ検層では複数の電極によってフォーカスされた電流を導電性のある泥水を通じて坑壁内部に流し、地層の比抵抗の測定値を得ている。

I-14 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 選別しようとする目的の鉱物が、石部から分離して独立した粒となっている状態を単体分離の状態という。選別に先んじて粉砕が行われるのは、単体分離のためである。
- ② 破碎・粉砕に用いられる力には圧縮、衝撃、せん断、摩擦などがある。ジョークラッシュャーは代表的な圧縮式破碎機の1つである。
- ③ ボールミル、ロッドミル、振動ミルは微粉砕機であり、粉砕対象物を粉砕媒体であるボールやロッドとともに容器の中に入れ、容器ごと回転あるいは振動させ、対象物と粉砕媒体や容器内壁との間の衝撃、摩擦力で粉砕する。
- ④ 薄流選別では、水平あるいは傾斜した板上を薄く流れる液体中に粒子を供給すると、比重の違いによって各粒子の移動速度が異なることを利用して選別する。代表的な装置に揺動テーブルがある。
- ⑤ ジグ選別では、粒子の沈降速度が粒径により異なることを利用して、水中の固定網（床網）の上にある粒子層に上下に脈動する水流を与え、粒子を粒径別に床網上に成層させ、選別する。

I-15 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 風力分離装置には、縦型風力選別機、ジグザグ選別機、エアーテーブルなどがある。
- 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。一般には微粉砕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 湿式高磁力高勾配磁選では、磁場の中にマトリックスとして溝付き鉄板、スチールウール、鋼球などを充填し、マトリックス表面に高勾配の高磁力を多数発生させ、スラリー状で供給した原料中のより磁性が弱いもの、より微細な粒度のものを表面に吸引する。
- ④ 渦電流分離では、金属粒子に交流磁界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。
- ⑤ ソーター選別（ソーティング分離）は、磁力選別、風力選別、渦電流選別などの選別では正確な分離が困難な混合物を対象として、これらの選別の前段で行われることが多い。



I-16 主要な選鉱法である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 浮選法は水中で気泡表面に特定の固体粒子を付着させ、水面に浮遊させて他の固体粒子と分離する方法である。
- ② 浮選の前処理として、鉱石中の各粒子の構成鉱物がほとんど一種類になるまで細かく粉砕する。
- ③ 粉砕された鉱物は水に懸濁させて条件槽に入れ、捕収剤、起泡剤あるいは必要に応じて抑制剤、活性剤などの試薬を添加する。
- ④ 捕収剤は目的鉱物の表面を疎水性化する試薬であり、硫酸塩、炭酸塩あるいは酸化鉱物を浮遊させるために、ザンセートやエロフロートなどが用いられる。
- ⑤ 浮選機は気泡接触型（分散空気型）と気泡析出型（溶解空気型）に大別される。

I-17 粉砕及び分級に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① Rittingerは、固体の粉砕に消費されるエネルギーは、新しく生成した表面積に比例するとした。
- ② Kickは、粉砕に消費するエネルギーは粒子の体積に比例し、粉砕比（粉砕前後の粒子サイズの比）の関数として表されることを示した。
- ③ 流体媒体中を自由沈降する粒子の終末速度（terminal velocity）を表すNewtonの法則は、直径 $50\ \mu\text{m}$ 以下の粒子に有効であり、サイズの上限は無次元のReynolds数により定められている。
- ④ 自由沈降において、Stokesは球形粒子の抵抗力は主として粘性抵抗によるものと仮定し、一方、Newtonは乱流抵抗によるものと仮定した。
- ⑤ 干渉沈降時の等速粒径比は、自由沈降時の等速粒径比より常に大きい。

I-18 循環型社会形成に向けた各個別法の目的に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。(記述は法律の条文そのままではない。)

① 容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律(容器包装リサイクル法)

容器包装廃棄物の排出の抑制並びにその分別収集及びこれにより得られた分別基準適合物の再商品化を促進するための措置を講ずること等により、産業廃棄物の減量及び再生資源の十分な利用等を通じて、廃棄物の適正な処理及び資源の有効な利用の確保を図る。

② 食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律(食品リサイクル法)

食品循環資源の再生利用及び熱回収並びに食品廃棄物等の発生の抑制及び減量に関し基本的な事項を定めるとともに、食品関連事業者による食品循環資源の再生利用を促進するための措置を講ずることにより、食品に係る資源の有効な利用の確保及び食品に係る廃棄物の排出の抑制を図るとともに、食品の製造等の事業の健全な発展を促進する。

③ 特定家庭用機器再商品化法(家電リサイクル法)

特定家庭用機器の小売業者及び製造業者等による特定家庭用機器廃棄物の収集及び運搬並びに再商品化等に関し、これを適正かつ円滑に実施するための措置を講ずることにより、廃棄物の減量及び再生資源の十分な利用等を通じて、廃棄物の適正な処理及び資源の有効な利用の確保を図る。

④ 使用済自動車の再資源化等に関する法律(自動車リサイクル法)

自動車製造業者等及び関連事業者による使用済自動車の引取り及び引渡し並びに再資源化等を適正かつ円滑に実施するための措置を講ずることにより、使用済自動車に係る廃棄物の減量並びに再生資源及び再生部品の十分な利用等を通じて、使用済自動車に係る廃棄物の適正な処理及び資源の有効な利用の確保等を図る。

⑤ 建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律(建設リサイクル法)

特定の建設資材について、その分別解体等及び再資源化等を促進するための措置を講ずるとともに、解体工事業者について登録制度を実施すること等により、再生資源の十分な利用及び廃棄物の減量等を通じて、資源の有効な利用の確保及び廃棄物の適正な処理を図る。

I-19 イオン交換樹脂は、純水製造をはじめとして、排水からの有価物の回収、微量の重金属イオンの除去などに用いられる。イオン交換樹脂に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① イオン交換樹脂は高価であるから、特殊な場合を除き、再生して繰り返し利用されるが、再生には強酸、強アルカリあるいは食塩などの濃厚溶液が使用される。
- ② 陽イオン交換樹脂は、樹脂母体に結合している活性基がスルホン酸基のように強電解質のものを強酸性といい、同じように、第四級アンモニウム基を持った陰イオン交換樹脂は強塩基性である。
- ③ 通常の固定層のイオン固定装置では、実用上のイオン交換容量は破過点まで吸着できるイオン量を意味し、これを貫流容量という。
- ④ イオン交換処理の計算を容易にするために、通常は被処理水のイオン濃度、樹脂の交換容量はすべて塩化カルシウム換算して表示される。
- ⑤ 通常、イオン交換の対象となる原水は、イオン濃度が1,000 mg/L以下のものである。

I-20 シアン排水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 シアン排水は、シアン以外に各種の汚濁物質を含みシアンとともにこれらを除去することが必要になり、複合汚染となっている場合が多い。
- ② アルカリ塩素法は、シアン排水の処理に広く適用されている方法であり、アルカリ性で塩素を添加する工程と、次いでpHを中性にしてさらに塩素を添加する二段階で分解が行われる。
- ③ アルカリ塩素法で使用される塩素化合物は、安全性、操作性から、次亜塩素酸ナトリウムが一般的である。
- ④ オゾン酸化法は、有害な副生成物が生成しにくく、オゾンの還元形が酸素であり無害であることなどの利点を有する。
- ⑤ 電解酸化法では、反応速度は電流密度によるので、シアン濃度の低いほうが効率的である。