

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 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。

a は地質調査・試錐調査等により理論的に地下に賦存すると考えられる鉱量である。採掘範囲を定める場合、 a の全てを採掘することはできない。 a の形状はイレギュラーであるため、採掘範囲には鉱量と母岩が含まれる。採掘範囲内にある鉱量の部分が可採鉱量で、母岩の部分がズリである。採掘鉱画の中の可採鉱量とズリを合わせたものが b である。さらに、計算の確からしさにより、確定・推定・予想の3種類に分類されている。 c は鉱画の容積・品位が確定された鉱量をいい、 d は鉱画の容量・品位は確定されていないが、採鉱の結果及び鉱床の性質により容積・品位が推定される部分をいう。 e とは確定鉱量としては計上できないが地質鉱床的に容積・品位が予想される部分の鉱量である。

	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>	<u>d</u>	<u>e</u>
①	可採粗鉱量	埋蔵鉱量	推定鉱量	確定鉱量	確定鉱量
②	埋蔵鉱量	確定鉱量	推定鉱量	確定鉱量	可採粗鉱量
③	確定鉱量	可採粗鉱量	埋蔵鉱量	推定鉱量	予想鉱量
④	埋蔵鉱量	可採粗鉱量	確定鉱量	推定鉱量	予想鉱量
⑤	確定鉱量	推定鉱量	可採粗鉱量	予想鉱量	可採粗鉱量

I-2 露天掘り残壁の岩盤形状と崩壊形態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。

岩盤斜面の崩壊形態は滑動型と転倒型に大別できるが、我が国における残壁崩壊事例はすべてa型に分類できる。b型は柱状節理の発達した急崖斜面やオーバーハング状の斜面などに発生する崩壊形態であり、残壁の場合にはこのような条件はcの段階で回避されているからである。

a型の崩壊は岩盤中のすべり面に沿ってすべり面上部の岩盤ブロックがaして崩壊するものであり、すべり面の形状から平面すべり、dすべり、及び円弧すべりに大別される。平面すべりはすべり面が1つの平面で近似できる場合であり、dすべりは走向がのり面走向と斜交する2つ、あるいはそれ以上のeが岩盤内で交差する場合に、e上部の三角錐状の岩盤ブロックがすべり面に沿って滑動する崩壊形態である。

	a	b	c	d	e
①	滑動	転倒	設計	楔	不連続面
②	転倒	滑動	終掘間際	横	亀裂面
③	滑動	転倒	採掘途中	垂直	褶曲面
④	転倒	滑動	採掘途中	楔	褶曲面
⑤	滑動	転倒	設計	垂直	不連続面

I-3 「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 鉱業権者は、鉱山において、保安統括者を補佐して、保安に関する事項を管理させるため、当該鉱山に常駐し、かつ、経済産業省令で定める要件を備える者のうちから、保安管理者を選任しなければならない。ただし、保安統括者が当該鉱山に常駐し、かつ、本文の要件を備える場合は、この限りではない。
- ② 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。
- 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。
- ⑤ 鉱業権者は、特定施設であっ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。

I-4 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 ロックボルトの定着方式には定着材式と摩擦式がある。支保効果に関しては、摩擦式は湧水の多い地山に適用可能であり、種々の地山に対して定着材式よりも優れている。
- ③ 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。
- ④ 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。
- 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効果を内圧効果という。

I-5 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鉱法の中で採掘コストが最も安い採鉱法であり、しかも、大規模生産が期待できる。
- ② ケービングを維持し制御することは難しく、採鉱に柔軟性がない。
- ③ ブロックケービング法は第1次世界大戦後、アメリカ南西部の班岩銅鉱床の採掘に使用され、低品位大規模鉱床に適した手法である。我が国では中小規模の鉱体が多いので適用された例は全くない。
- ④ 開坑作業・採掘準備作業に比較的多額の経費と長い準備期間を要する。
- ⑤ 本法の適用条件は、鉱体の崩落に伴って、被覆岩石も同時に崩落し、しかもあまり細かく破碎されないことであり、ずり混入や採掘ロスがあってもそれほど問題にならないような場合に適している。

I-6 金属鉱山における採鉱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 採鉱法の選択に当たって、まず考慮しなければならないことは、作業の安全と鉱害の問題である。これを基にして、鉱床及び母岩の性質、鉱石の性質、経済的条件、関連する坑内作業、鉱害・保安に係わる事項を考慮する。
- ② 坑内採鉱法は切羽の支持方法により大別すると、無支保採鉱法、支保採鉱法、ケービング法等に分類できる。
- ③ 無支保採鉱法とは人工的な支保をあまり使わず、岩盤あるいは鉱柱が持っている支持力で天盤を支える方法である。機械化が進んだ現代では、中段採掘法、残柱式採掘法がある。
- ④ 支保採鉱法は、採掘空間が自立できない岩盤の場合、何らかの支保を施す方法であり、機械化が進んだ現代では、シュリンケージ採掘法がある。
- ⑤ 残柱式採掘法は、水平あるいは緩やかな傾斜の層状・板状の鉱床に適用される。長所として、生産性が比較的高く、採掘費は比較的安い。特に、採掘実収率が問題とならない比較的低品位の鉱床又は埋蔵鉱量の多い大規模鉱床に適している。

I-7 地熱発電技術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。

地熱エネルギーを用いた発電技術においては、熱効率の向上のために様々な工夫がなされている。 a 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 b の熱媒体に伝達し、これにより得られた熱媒体の蒸気でタービンを回して発電する方式である。

汲み上げられた地熱流体は媒体への熱交換後、 c のまま閉ループで還元井を経て地下に戻される。また、熱媒体はタービンに入り膨張し仕事をした後、 d で液化されもとの状態に戻る。

- |   | <u>a</u> | <u>b</u> | <u>c</u> | <u>d</u> |
|---|----------|----------|----------|----------|
| ① | バイナリー方式  | 低沸点      | 液相       | 冷却塔      |
| ② | バイナリー方式  | 低沸点      | 液相       | 凝縮器      |
| ③ | フラッシュ方式  | 低沸点      | 気相       | 凝縮器      |
| ④ | バイナリー方式  | 高沸点      | 気相       | 凝縮器      |
| ⑤ | フラッシュ方式  | 高沸点      | 液相       | 冷却塔      |

I-8 石油探鉱における物理探査と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 重力探査は、地下の密度の大小を反映した重力異常（ブーゲー異常）を用いた地下構造探査であり、堆積層で覆われた基盤構造や褶曲構造の調査に利用される。背斜構造では一般にブーゲー異常が大きくなる。
- ② 磁気探査は、地球磁場を測定して磁性体の分布を知る物理探査の手法である。特に、空中磁気探査は能率が格段によく、堆積盆地評価を目的とした概査に利用される。
- ③ 反射法地震探査は、地表や海中で人工的に地震波を発生させ、地下の地層の境界面などで反射して戻ってきた地震波を記録・解析して地下構造や物性を把握する。通常の反射法地震探査ではP波を扱う。
- ④ 海洋CSEM法は人工的に海中に電流を流し、海底に発生する電磁場を観測することにより海底面下の地層の比抵抗分布を調べる手法である。一般に、油・ガス層は周辺の堆積岩層と比べて低い比抵抗値を示す。
- ⑤ 物理検層のうち音波検層は、坑壁近傍の地層内の一定区間を伝播する音波走行時間を連続測定し、地層の孔隙率の情報の取得などに利用される。

注) CSEM : Controlled Source ElectroMagnetics

I-9 メタンハイドレートに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① メタンハイドレートは、メタン分子の周囲を水分子で囲んだ包接化合物の一種であり、低温高圧下で安定的に存在する物質である。水深500 m以深の深海底面の下はメタンハイドレートが存在できる環境にある。
- ② メタンハイドレートは深海底の地層だけでなく、極地方の永久凍土層の下にも存在することが確認されている。これは、地層が凍結していて地下数100 mまで0℃以下の低温が続くことにより、メタンハイドレートの安定領域が形成されることによる。
- ③ メタンハイドレートが濃集されている地層は、周辺の地層よりも低速度層（音波の伝播速度が遅い地層）となっており、その下部境界面は地震探査記録断面上でBSRとして現れることが多い。
- ④ メタンハイドレートは、南海トラフで確認された砂質層孔隙充填型のものに加えて、近年、日本海の上越沖において海底付近に存在する表層型のものが確認された。
- ⑤ 2013年に実施された第1回海洋産出試験では、減圧法によるメタンハイドレートの回収実験が行われ、累計で約12万m<sup>3</sup>（大気圧下）のメタンガス産出に成功した。

注) BSR : Bottom Simulating Reflector（海底擬似反射面）

I-10 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 ロータリー掘削はドリルパイプ全体を回転する方法とダウンホールモータを使用してビットだけを回転する方法に大別でき、トップドライブ掘削は前者に含まれる。
- ② ビットにはカッターが回転するローラーコーン型とカッターが動かないフィックスドカッタ型とがある。前者としてはスリーコーン（トリコーン）ビットが主流で、後者にはダイヤモンドビットやPDCビットがある。
- ③ 地層圧よりも高い等価比重泥水をオープンな状態で循環して掘削するのはアンダーバランス掘削である。
- ④ 掘削中に坑井内の圧力が地層圧力よりも小さくなり、地層流体が坑井内に流入してくる現象をキック、さらに地表まで流出してくる状態を噴出・暴噴という。
- ⑤ ガスや蒸気などの暴噴時に強制的に坑井を抑圧するBOPには、ラム型とアニュラー型の2つがあり、通常は油圧により制御される。

注) PDC : Polycrystalline Diamond Compact

BOP : Blow out Preventer

I-11 水資源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。

地球は「水の惑星」と呼ばれ、その表面の約 a が水に覆われている。しかしながら地球の水の約97.5%は海水等で、淡水は2.5%に過ぎない。淡水の内訳をみると、68.7%は b 、残りの約30.1%が c であり、河川・湖沼の水は0.01%に満たない。

地下水は我が国では古くから地域の貴重な水源として利用されており、約100年前に d 技術の開発がされてから地下水の大量採取が可能となった。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 e 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。

	a	b	c	d	e
①	1/2	氷河など雪氷	地下水	揚水ポンプ	地盤沈下
②	2/3	地下水	氷河など雪氷	深井戸掘削	地盤液状化
③	1/2	地下水	氷河など雪氷	揚水ポンプ	地盤沈下
④	2/3	氷河など雪氷	地下水	深井戸掘削	地盤沈下
⑤	2/3	氷河など雪氷	地下水	揚水ポンプ	地盤液状化

I-12 化石燃料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。

石油は地殻で形成された液体状の a の混合物であり、炭化水素成分を多く含む。一方、天然ガスは気体状の混合物で、 b を主成分とする。石油や天然ガスの成因は大きく分けて、地球内部の c に由来するという説（非生物起源説）と、生物由来の a に由来するという説（生物起源説）の2つの説があった。石油の産状、炭素同位体的特徴や d などの地球化学的な証拠により、石油については、 e が最も広く支持されている。一方天然ガスについては、その大部分が e と考えられているが、それ以外の由来とする報告もある。

	a	b	c	d	e
①	無機物	プロパン	炭素	バイオマーカー	生物起源説
②	有機物	メタン	水素	遺伝子マーカー	非生物起源説
③	有機物	プロパン	水素	遺伝子マーカー	生物起源説
④	無機物	メタン	水素	バイオマーカー	非生物起源説
⑤	有機物	メタン	炭素	バイオマーカー	生物起源説

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 物理検層は、坑井内に測定器を降ろし、坑井近傍の物性、例えば比抵抗、密度、弾性波速度などを深度に対して連続的に測定する技術である。
- ② 中性子検層は、高速中性子を地層に照射して地層流体の酸素密度を計測することにより、地層の浸透率を求める検層技術である。
- ③ 電気を用いる検層には比抵抗検層や自然電位（SP）検層があり、地熱では比抵抗異常から透水ゾーンの推定などに用いられる。
- ④ 音波の振幅の減衰から、ケーシングと地層とのセメントの密着度を評価する検層法をセメントボンド検層という。
- ⑤ 核磁気共鳴（NMR）検層では、対象となる岩石の自由水に関わる孔隙率及び浸透率を推定することができる。

注) SP : self-potential

NMR : nuclear magnetic resonance



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、対象物と粉砕媒体との間の衝撃、摩擦力で粉砕する。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

I-15 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 浮選では、微細な固体粒子を懸濁した水溶液に空気を導入して気泡を発生させ、特定粒子だけを選択的に気泡表面に付着させる。これを浮上させて、懸濁液面上に形成した泡沫層に回収する。
- ② 親水性表面を持つ粒子は気泡表面に付着するが、大部分の固体表面は疎水性である。そのため、特定の固体表面を親水化するために捕収剤を用いる。
- ③ ザンセート及びエロフロートは硫化鉱物に対する捕収剤である。
- ④ 浮選では、捕収剤、起泡剤の他に、必要に応じて抑制剤、活性剤などの試薬も用いる。閃亜鉛鉱の浮選で、硫酸銅は活性剤として作用する。
- ⑤ プラスチック相互を浮選で分離する際には、特定のプラスチック表面を親水性にするため、湿潤剤を用いる。リグニンスルホン酸ナトリウムはポリ塩化ビニルに対する優れた湿潤剤である。

I-16 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 鉄やプラスチックは低温になると脆性破壊するので、液体窒素などを用いて冷却した後、ハンマーミルで衝撃粉碎できる。
- ② ふり分け選別は、処理対象物をその粒径により分けるものであり、ふるい分け機には固定式のグリズリ、運動式で回転型のトロンメル、振動型の振動ふるい及び面内ふるいなどがある。
- ③ 風力選別は、水平、垂直あるいは斜め方向に流れる気体の中で処理対象物を重力沈降させ、沈降速度又は落下位置の違いによって分級する。代表的な装置に水平流型分級機、ジグザグ分級機などがある。
- ④ 誘導磁気ロール型磁選機では、電磁石の間に回転するロールがあり、ロールは互層をなす磁性体ディスクと非磁性体ディスクから構成されていて、磁力線がロール表面の磁性体部分に集中するため、高い磁界勾配が得られる。
- ⑤ 重液選別は、溶液の比重より小さな比重のものは浮上し、大きな比重のものは沈降することを利用して選別する。重液として用いられる溶液は、一般に低密度で非磁性な物質の粉末を水に懸濁して調製した擬重液である。

I-17 汚泥（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 ろ過困難な汚泥を脱水するために行う前処理の1つとして、凝集剤の添加がある。この方法では、汚泥中の微粒子を凝集して粗大粒子とすることにより、ろ過の比抵抗を大きくする。
- ② ベルトプレス処理では、汚泥に高分子凝集剤を添加して凝集させ、これを目の粗いベルト状のろ布の上で、重力によってある程度自然脱水してからろ布の間に挟み、上下からロールを介して圧搾して脱水する。
- ③ ろ過困難な汚泥を脱水するために行う前処理の1つとして、ろ過助剤の添加がある。よく使用されるろ過助剤には、ケイソウ土、おがくず、繊維質、フライアッシュなどがあり、一般に大量に添加しないと効果が現れず、脱水ケーキの量が増大する欠点がある。
- ④ 重金属を含むスラッジの処分では重金属の再溶解の問題があるため、環境中に溶出させない方策が必要である。その方法には、セメントやアスファルトなどを混入して固化する方法、他の無機物などと混合して焼結する方法、化学薬剤で難溶性塩として安定化する方法などがある。
- ⑤ ろ過困難な汚泥を脱水するために行う前処理の1つとして、凍結・融解がある。汚泥を凍結してから融解することによってコロイド的な性質が一変し、濃縮と脱水が容易になる。

I - 18 廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法）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。

1970年（昭和45年）のいわゆる公害国会で、清掃法を改正し、廃棄物処理法が制定された。この法律で、生活環境の保全を目的に加え、廃棄物を一般廃棄物と産業廃棄物とに区分し、汚染者負担の原則に基づき、事業活動に伴って発生する廃棄物は□ a □が処理責任を有するという□ a □責任の考え方が導入された。また、家庭から出る一般廃棄物は従来通り□ b □が処理義務を負うとした。

また、産業廃棄物は、事業活動に伴って生じた廃棄物のうち、法律で定められた□ c □と輸入廃棄物をいう。また、爆発性、毒性、感染性その他の□ d □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として政令で定めるものを特別管理産業廃棄物という。

	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>	<u>d</u>
①	事業者	市町村	20種類	人の健康
②	生産者	市町村	15種類	人の健康
③	事業者	市町村	15種類	安全性
④	事業者	都道府県	20種類	安全性
⑤	生産者	都道府県	15種類	安全性

I-19 重金属排水の処理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 水酸化物法では、水酸化物イオン濃度を高くすれば溶解金属の溶解度は無限に小さくなるはずであるが、実際は分子状で溶解している水酸化物が存在するため、溶解度には下限値がある。
- ② 共沈法で使用される共沈剤は、一般的には塩化鉄(Ⅲ)であるが、適用pHが中性であればアルミニウム塩、アルカリ性であれば鉄(Ⅱ)塩も使用される。
- ③ 置換法は、キレート剤で封鎖されている重金属を他の無害な元素で置換し、置換された重金属を水酸化物として沈殿させる方法である。
- ④ 硫化物法は、重金属塩の硫化物がきわめて溶解度が低く、pH中性領域での処理が可能になるなどの点で優れているが、硫化水素の毒性などのため、排水処理への適用例は少ない。
- ⑤ フェライト法において、鉄(Ⅱ)イオンを含む溶液にアルカリを加え、酸化処理を行うと、強磁性であるマグネタイトが生成するが、各種重金属の一括処理は困難である。

I-20 廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法）における、石綿を含む製品等を解体、除去後に発生する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。

- ① 「廃石綿等」は、飛散のおそれがある特別管理産業廃棄物である。
- ② 「石綿含有一般廃棄物」、「石綿含有産業廃棄物」は、飛散のおそれは低いに注意を要する廃棄物で、石綿をその重量の0.1%を超えて含有する。
- ③ 「廃石綿等」を埋め立てる場合は、耐水性の材料で二重梱包することにより、遮断型処分場で処分しなければならない。
- ④ 「廃石綿等」の有害性をなくす方法として熔融処理又は無害化処理を行うことにより、安定型処分場（又は管理型処分場）で処分可能となる。
- ⑤ 「石綿含有一般廃棄物」、「石綿含有産業廃棄物」の収集運搬に当たっては、他の廃棄物と混合しないことが規定されている。