

**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 鉱業権者は、鉱業上使用する建設物、工作物その他の施設であって保安の確保上重要なものとして経済産業省令で定めるもの(特定施設)の設置又は変更の工事であって経済産業省令で定めるものをしようとするときは、経済産業省令の定めるところにより、その工事の計画を産業保安監督部長に届け出なければならない。
- ② 鉱業権者は、鉱業を開始しようとするときその他経済産業省令で定めるときは、鉱山の現況について、経済産業省令で定める事項を調査し、経済産業省令の定めるところにより、その結果を記録し、これを保存しなければならない。
- ③ 鉱業権者は、鉱山における保安を確保するため、鉱山の現況に応じて講ずべき保安上必要な措置について、経済産業省令の定めるところにより、保安規程を定め、遅滞なく、これを経済産業大臣に届け出なければならない。
- ④ 鉱業権者は、保安を確保するため、経済産業省令で定める作業の区分ごとに、経済産業省令で定める資格を有する者のうちからその作業を監督する者(作業監督者)を選任しなければならない。
- ⑤ 鉱業権者は、保安に関する重要事項を調査審議し、保安統括者及び保安管理者の保安に関する職務の執行について協力し、及び勧告を行わせるため、鉱山に中央鉱山保安協議会を設けなければならない。

I-2 非鉄金属鉱床の成因と生成時期に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 黒鉱鉱床とは、海底火山活動により海底に貫入した流紋岩溶岩ドーム周辺に硫化金属鉱物が堆積・濃集して形成した鉱床をいい、地球の歴史から見れば、生まれたばかりの鉱床といえる。
- ② 浅熱水性鉱床とは、地下浅所（1 km以内）の地殻の割れ目に上昇した熱水溶液により形成した鉱床をいう。
- ③ 斑岩型鉱床とは、斑岩とよばれる貫入岩による熱水が周囲に金属鉱物を濃集することにより形成した鉱床をいう。
- ④ スカルン鉱床とは、貫入岩と炭酸塩岩との接触部周辺で起こる交代作用に伴い硫化金属鉱物が濃集し、形成した鉱床をいう。
- ⑤ 塊状硫化物鉱床とは、マグマの結晶化・固化により特定の鉱物が濃集することにより形成された鉱床をいい、主に16億年頃より前の超苦鉄質マグマ（珪酸に乏しいマグマ）に伴って形成される。

I-3 石炭の採掘方式に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① オープンピットマイニングは、炭層が急傾斜であるときや、複数の炭層が採掘可能な累層の場合に採用される。剥土を石炭採掘現場から離れた場所に堆積して、採掘跡に開口部が生じる採掘法である。
- ② ストリップマイニングは、石炭層が水平又は緩傾斜層の場合に採用される採掘方式である。剥土を石炭採掘現場の傍らに積み置き、石炭採掘後は剥土を元に戻す。サイドキヤスティング法又はプレーリー法とも称される。
- ③ ハイウォールマイニングは、露天採掘の残壁に露出する炭層面から地中の石炭を回収する採掘法である。現在最も普及しているハイウォールマイニングはオーガ採炭である。設備投資額は大きいですが、少人数で高能率生産が可能である。
- ④ 柱房式採炭は、コンティニューアスマイナーと運搬設備を組合せて、炭層を碁盤目状に採掘し、1区画の採炭が終了すると、残炭柱を奥部から回収してくる採掘方式である。採掘条件の変化に対応し易いが、実収率は低い。
- ⑤ 長壁式採炭は炭層を連続的に矩形に採掘する方法で、切羽両側の坑道を事前に掘削し最奥部で連絡して採炭設備を据え付け、切羽が坑道入口に向かって戻ってくる後退式採炭と採炭切羽と両側坑道を同時に奥部に向かって進行させる前進式採炭がある。

I-4 爆薬類の性能及び試験に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 爆力の動的破壊効果を測る試験方法には、爆速試験、猛度試験（ヘス、カスト等）がある。また、静的推進効果の尺度には、鉛とう試験、弾動振子試験、弾動きゅう砲試験等がある。
- ② 殉爆感度の試験方法には、砂上殉爆試験と密閉殉爆試験とがあり、実際の発破の爆薬は密閉状態なので、密閉殉爆試験がふさわしいが、一般には、砂上殉爆試験によっている。
- ③ 衝撃・摩擦のような機械的作用に対する爆薬の感度は取扱い上、低いほど安全な爆薬といえる。衝撃に対する感度は、落つい試験で測定し、不爆点を落高で示す。摩擦に対する感度は、BAM式の摩擦試験機を用いて測定し、摩擦荷重で示す。
- ④ 耐火度については、火薬類にはわずかな熱源ですぐ発火するものもあるし、反対に燃焼しにくいものもある。試験として、導爆線の火炎で着火するものを、従来、可燃性爆薬としている。
- ⑤ 耐熱性については、一般のダイナマイトは高温下に長時間放置すると、ニトログリセリン（NG）が分解して、ついには自然発火する。安全をみて、爆薬は60～70℃以下の温度で使用することが望ましい。特に岩盤温度が高い場合は、特別の耐熱爆薬を使用しなければならない。

I-5 集じん装置とその原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 慣性力集じん装置は、含じんガスに急激な方向転換を与え、また各種の障害物に衝突させ、慣性力を利用して、ガス中の粒子を分離捕集する。
- ② 遠心力集じん装置は、含じんガスに旋回運動を与え、粒子に作用する遠心力により、ガスから分離する装置である。
- ③ 洗浄集じん装置は、普通、サイクロンと呼ばれるものの総称で、慣性・衝突・拡散作用、凝集作用などを利用し、洗浄液（水）あるいは含じんガスの分散で生成された液滴、液膜、気泡などによって含じんガス中の粒子を分離捕集する。
- ④ ろ過集じん装置は、含じんガス中の固体粒子をろ布を通して分離捕集する。ろ過集じんでは慣性付着、遮り付着、拡散付着、重力付着などの集じん作用が利用される。
- ⑤ 電気集じん装置は、原理的に、微細な粒子の捕集が容易で、ガス及びダストの性状による影響が少ないため、古くから、ばい煙の処理をはじめ、有価物の回収、空気調和などに利用されている。

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、ケーシング法等に分類できる。
- ③ 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、充填採掘法がある。
- ④ 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。これには中段採掘法、残柱式採掘法がある。
- ⑤ 残柱式採掘法は、垂直あるいは急傾斜の層状・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 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アーチ形成効果という。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。
- 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 ロックボルトの定着方式には定着材式と摩擦式がある。摩擦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。

I-8 次のメタンハイドレート資源に関する記述の、に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

メタンハイドレートは低温、 a 条件である永久凍土域の凍土層の下と、水深500 m以上の深海部の海底面及び海底面下で安定に存在しうる。一般的に、ハイドレートは、 b がガス分子を包むようなかご状構造からなる結晶の形態をとった物質（包接化合物）である。理論的には純粋なメタンハイドレートは1 m<sup>3</sup>中に、標準状態で172 m<sup>3</sup>のメタンガスを含むので、有望な天然ガス資源として期待されている。メタンハイドレートの音波速度は、海底下浅所の通常の砂層や泥層などの堆積層に比べて c，その比抵抗は通常の地層水にくらべて d ので、これらは探査技術上重要な性質である。メタンハイドレートはさまざまな形で存在するが、我が国において2012年度に実施されたメタンハイドレートの第1回海洋産出試験は、 e メタンハイドレートを対象に行われたものである。

	a	b	c	d	e
①	高圧	水分子	大きく	高い	砂質層孔隙充填型
②	低圧	水分子	大きく	低い	砂質層孔隙充填型
③	高圧	水分子	小さく	高い	海底面近傍（表層型）
④	低圧	メタン分子	小さく	高い	砂質層孔隙充填型
⑤	高圧	メタン分子	大きく	低い	海底面近傍（表層型）

I-9 水循環基本法に関する記述として、最も不適切なものはどれか。

- ① この法律は、水循環に関する施策を総合的かつ一体的に推進し、もって健全な水循環を維持し、又は回復させ、我が国の経済社会の健全な発展及び国民生活の安定向上に寄与することを目的とする。
- ② この法律の制定まで、我が国には地下水を含む水政策について、土台となる理念や方向性を定める法律はなかった。
- ③ この法律では5つの基本理念が謳われ、水循環に関する取組の推進は国際的協調の下に行わなければならないことが含まれている。
- ④ この法律では、国、地方公共団体、事業者、国民、土地所有者の責務が規定されている。
- ⑤ 水循環に関する施策を集中的かつ総合的に推進するため、内閣に水循環政策本部が置かれ、本部の長は、水循環政策本部長とし、内閣総理大臣をもって充てる。

I-10 水溶性天然ガスに関する記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 比較的深度の浅い帯水層の地下水中に溶解しているガスである。地下水を汲み上げるとガスは減圧により水と分離するため、容易に採取することができる。
- ② 我が国では、地域的には千葉県、新潟県、宮崎県、沖縄県等に分布し、特に千葉県、新潟県の生産量が多い。
- ③ 一般に、水溶性天然ガスは熱分解起源と考えられている。
- ④ 水溶性天然ガスの採取では、井戸穴の崩れを防ぐためのケーシングパイプを挿入するとともに、目的の地層にはストレーナーを挿入する。
- ⑤ 外国では、イタリアのポー川河口、ネパールのカトマンズ盆地などでその存在が報告されている。

I-11 石油探鉱における物理探査に関する記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 重力探査は、ブーゲー異常から地下の地層岩石の密度分布などを推定する方法である。この調査方法は、主として堆積盆地の広がり、基盤形状の概要など地質構造の大勢を知るための概査として利用されている。
- ② 磁力探査は、地表で測定する磁力の値が磁性を持つ地層の分布を反映することを利用して地質構造を推定する方法である。石油探査では、磁性が小さく造岩鉱の含有量が少ない基盤岩の構造を明らかにする堆積盆地評価を目的とした探査法の1つである。
- ③ 地震探査は、地下を伝播する地震波が速度や密度が変化する地層境界面で反射、屈折現象を起こす性質を利用している。地上（発震点）で人工的に地震波を起こし、そこから一定距離離れた地上の受振点でこれの反射波や屈折波を観測して、地質構造や地下の物性分布を推定しようとする探査法である。
- ④ CSEM法は（Controlled Source Electromagnetic Method）は、海底面近くから地下に電流を流し、これに対する電磁場の応答を海底面上で観測して地下の比抵抗分布を探る探査法であり、近年、大水深での炭化水素の直接探知に用いられている。
- ⑤ リモートセンシングは、太陽などをソースとする電磁波（光-マイクロ波）が地表面に当たり、反射、放射、散乱などではね返ってきた電磁波を人工衛星などに搭載した観測センサで受信し、これから地表面の様子を知る技術である。石油探査に使われることがあるが、直接的な探査手段ではなく、調査候補地の選定などに用いられるのが一般的である。

I-12 坑井試験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。

油・ガス井における坑井試験は、坑井の産出能力、油・ガス層の圧力や a , 坑井近傍の生産性障害の程度などの情報を得ることを目的としており、 b 試験や c 試験などがある。 b 試験は生産中の坑井を密閉し、その後の坑底圧力変化を測定するのに対し、 c 試験は静止し安定した坑井を密閉した状態から一定のレートで生産を開始し、その後の坑底圧力変化を測定するテストである。 d 試験は b 試験と同様であるが、坑井密閉前に圧入している点異なる。 b 試験の圧力挙動の解析に使用されるホーナー（Horner）プロットに表れる3つの領域のうち、 e からは貯留層の a , 生産性障害の程度、油層圧力などの情報を得ることができる。

	a	b	c	d	e
①	浸透率	ドローダウン	ビルドアップ	フォールオフ	中間領域
②	浸透率	ビルドアップ	ドローダウン	干渉	後期領域
③	浸透率	ビルドアップ	ドローダウン	フォールオフ	中間領域
④	孔隙率	ビルドアップ	ドローダウン	干渉	後期領域
⑤	孔隙率	ドローダウン	ビルドアップ	干渉	中間領域

I-13 二酸化炭素地中貯留に関する記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 海外においては、従来から石油・ガス増進回収技術（EOR/EGR）として二酸化炭素地中圧入が行われてきた。近年では、温暖化対策として、この技術を応用した二酸化炭素地中貯留が大規模（商業化レベル）で進められている。
- ② 二酸化炭素の地中貯留候補としては、枯渇油田及びガス田への貯留、石油・ガス増進回収技術（EOR/EGR）による貯留、帯水層への貯留、炭層への固定などが考えられる。
- ③ 圧入される二酸化炭素は、密度が大きく高粘度、低拡散性を有する「超臨界状態」（臨界圧力約7.39 MPa、臨界温度約31.1℃）で地中に貯留することが有利であるとの観点から、約800 m以深での帯水層貯留が適当であると考えられている。
- ④ 地中での二酸化炭素は、圧入による圧力勾配（圧力の傾き）や自然に存在する圧力差、浮力や拡散等により移動するが、移動は圧力によるものを除くと極めてゆっくりとしている。
- ⑤ 地化学的トラップ（鉱物トラップ）とは、地中内の帯水層で溶解し、イオン化した二酸化炭素が、かなり長い時間をかけて鉱物と地化学反応して鉱物化していく現象である。かなり長い時間をかけた反応過程であるが、長期的に最も安定した貯留となりうる。

I-14 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 浮選は、固体表面の液体に対する濡れ性の差を利用した選別法である。そのため、比重、粒度、電氣的・磁氣的性質などに差があまりない固体粒子を相互に選別することができる。
- ② 捕収剤の固体表面への吸着は、化学的な作用に基づくものと、静電的な作用に基づくものに大別される。方鉛鉱や黄銅鉱などの硫化鉱物にたいしてザンセートは化学的親和力により吸着し、一方、アルキル硫酸塩やアルキルアミン塩の酸化鉱物に対する吸着は鉱物表面の界面電氣的性質と密接に関係している。
- ③ 脂肪酸塩を捕収剤とする非硫化鉱物の浮選では、珪酸塩鉱物や方解石を抑制するために珪酸ナトリウムを加える。
- ④ 捕収剤の吸着し難い粒子の場合、活性剤を用いて表面を改質し、捕収剤が吸着できるようにする。代表的なものに、閃亜鉛鉱に対する硫化水素ナトリウムがある。
- ⑤ 汎用的な浮選機として機械攪拌式のものがある。機械攪拌式には、気泡を発生させるのに、攪拌羽根の高速回転により空気を吸い込ませる空気吸込み型と、空気をコンプレッサーから送る空気吹込み型がある。



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 粒子を帯電させる方法は、静電誘導、イオン・電子などの粒子への衝突、摩擦電気、焦電効果、光電効果、圧電効果の利用等種々あるが、分離法として実用化されているのは前3者を用いる選別のみである。
- 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る。
- ④ 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。
- ⑤ 渦電流分離では、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。

I-16 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反比例し、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Stokes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-17 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 四塩化炭素、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、セレン
- ② 全亜鉛、四塩化炭素、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素
- ③ ノニルフェノール、セレン、全亜鉛
- ④ セレン、ノニルフェノール、四塩化炭素
- ⑤ 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、全亜鉛、ノニルフェノール

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が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」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）で処分可能である。
- ④ 「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。
- 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。

I-19 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 電界酸化法では、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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

I-20 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 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だけではなく、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も調査項目として加えている。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 国等による環境物品等の調達等の推進等に関する法律（グリーン購入法）は、国及び国の各機関、地方公共団体に対して、国が定める基本方針に即して毎年度調達方針を作成し、市場に供給されている製品、サービスの中から環境への負荷が少ないものを優先的に購入することなどを定めた法律である。
- ⑤ 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、表示は法律で義務付けられている。