

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 水道施設計画に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 給水人口規模が大きい上水道事業において、配水池の有効容量は、計画 1 日最大給水量の 12 時間分を標準とする。
- ② 浄水施設能力は、計画浄水量のほかに、予備力を確保して決定することが望ましい。予備力は、場内施設を系列化した浄水場の場合、1 系列相当分程度とし、計画浄水量の 25% 程度を標準とする。
- ③ 自然流下式の導水管を設計する際、平均流速は、バルブ操作時の異常な流量変動による水圧の不安定化や管内面の摩擦等を考慮して、許容最大限度を 3.0m/秒程度とする。
- ④ 計画取水量は、計画 1 日最大給水量に 25% 程度の余裕を見込んで決定することを標準とする。
- ⑤ 目標とする配水管の最小動水圧は、150kPa 以上、最大静水圧は、740kPa 以下を基本とする。

正解は④

計画取水量は、浄水場内における作業用水や送配水過程での損失水量を見込んで、計画 1 日最大給水量に 10% 程度の余裕を加えて決定することを標準とする。25% 程度の余裕は過大であり不適切である。

①：○給水人口規模が大きい上水道事業では配水池の有効容量を計画 1 日最大給水量の 12 時間分を標準とするという記述で正しい。

⑤：○配水管の最小動水圧 150kPa 以上、最大静水圧 740kPa 以下を基本とするという記述で正しい。

Ⅲ－2 水道水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 湖沼や貯水池では、多くの場合、夏季と冬季には表層から底層までの水が鉛直方向に循環し、水温も上下一様になり、全体として均一な水温となる。
- ② 一般に湖沼や貯水池は生物の死骸、土砂の堆積などにより、窒素、リン等の栄養塩類が蓄積され、貧栄養湖から富栄養湖に移って行く。
- ③ 河川の下流域から取水しているところでは、海水の影響により塩化物イオン、硬度成分及び電気伝導率などが異常に増加する場合がある。
- ④ 伏流水は、河川、湖沼の底部又は側部の砂礫中を潜流している水で、地表水の影響を受けやすい状態にあるため、地表水が直接混入することがあり、河川水が濁ると伏流水も濁り、河床の生物が侵入して流出するようになることもある。
- ⑤ 深井戸水の特徴として、酸素がほとんどないため、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素が還元されて、アンモニア態窒素を含むようになることがある。

正解は①

湖沼や貯水池で表層から底層まで水が鉛直方向に循環し水温が上下一様となる全層循環は、春季と秋季に生じる。夏季は表層が暖められて水温成層が形成され、冬季も表層が冷やされて逆成層が生じるため、鉛直循環は起こりにくい。したがって「夏季と冬季」とする記述は不適切である。

⑤：○深井戸水は酸素がほとんどないため、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素が還元されてアンモニア態窒素を含むようになることがあるという記述で正しい。

Ⅲ－３ 次の（ア）～（オ）の記述に対応する取水施設の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- （ア）取水口施設でスクリーン、ゲート、砂溜等と一体となり機能する。
（イ）河川の水深が一定以上のところに設置すれば年間の水位変化が大きくとも安定した取水が可能である。取水口を上下数段に設けて選択取水ができる。
（ウ）河川水を堰上げし、計画取水位を確保することにより、安定した取水を可能にするための施設であり、堰本体取水口・沈砂池等が一体となって機能する。
（エ）取水口部を複断面河川の低水護岸に設けて表流水を取水し、管渠部を経て堤内地に導水する。
（オ）湖沼の中・小量取水施設として多く用いられている。構造が簡単で施工も比較的容易である。水中に没して設けられるため、湖沼表面の水は取水できない。

- ① ア：取水堰 イ：取水門 ウ：取水管渠 エ：取水塔 オ：取水枠
② ア：取水門 イ：取水塔 ウ：取水堰 エ：取水管渠 オ：取水枠
③ ア：取水塔 イ：取水門 ウ：取水堰 エ：取水管渠 オ：取水枠
④ ア：取水門 イ：取水塔 ウ：取水堰 エ：取水枠 オ：取水管渠
⑤ ア：取水堰 イ：取水塔 ウ：取水門 エ：取水管渠 オ：取水枠

正解は②

- （ア）スクリーン、ゲート、砂溜等と一体で機能するのは取水門である。
（イ）水深が一定以上の場所に設置すれば年間の水位変化が大きくとも安定して取水でき、取水口を上下数段に設けて選択取水ができるのは取水塔である。
（ウ）河川水を堰上げして計画取水位を確保し、堰本体・取水口・沈砂池等が一体となって機能するのは取水堰である。
（エ）複断面河川の低水護岸に取水口を設け、管渠部を経て堤内地に導水するのは取水管渠である。
（オ）湖沼の中・小量取水に多く用いられ、水中に没して設けられるため湖沼表面の水は取水できないのは取水枠である。
したがって②の組合せが正しい。

Ⅲ－４ 浄水処理における凝集に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① フミン質による色度が高い場合は、凝集剤の多用若しくはアルカリ剤を使用し、アルカリ性側で処理することにより除去効果が高まることが多い。
② 混和池には、凝集剤を注入した後、直ちに急速な攪拌を与え、凝集剤を原水中に均一に拡散させることのできる適切な混和装置を設ける。
③ アルカリ度は、凝集効果に影響を与える重要な因子である。良好なフロックを形成するためには、凝集剤注入後のアルカリ度が 20mg/L 程度以上であることが望ましい。
④ 水温は、凝集反応、フロック粒子の成長、沈降分離に影響する重要な因子である。水温が高くなればフロックの成長が早まり、水温が低くなればフロックの成長が遅くなる。
⑤ 凝集剤として用いられる硫酸アルミニウムは、高濁度時には注入率が増加するため、アルカリ剤の注入が必要となる場合もある。

正解は①

- フミン質などの有機物に起因する色度は、pH を下げた酸性側で凝集させると除去効果が高まる。これは、pH が低いほどフミン質の官能基の解離が抑えられて荷電が中和されやすくなるためである。したがって「アルカリ剤を使用し、アルカリ性側で処理する」とする記述は不適切である。
③：○良好なフロック形成には凝集剤注入後のアルカリ度が 20mg/L 程度以上であることが望ましいという記述で正しい。
⑤：○硫酸アルミニウムは酸性であり、高濁度時に注入率が増加するとアルカリ度が不足するため、アルカリ剤の注入が必要になる場合があるという記述で正しい。

Ⅲ－5 浄水処理の急速ろ過に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① クリプトスポリジウム等による水道原水の汚染のおそれが高く、ろ過設備のみで対応する場合、ろ過池の出口の濁度を 0.1 度以下に維持するよう運転管理を行う。
- ② 急速ろ過法のろ過速度は、砂単層は 120~150m/日、多層は 240m/日以下が一般的である。
- ③ 急速ろ過池でろ過するのみではコロイドや懸濁物質の除去は期待できないため、必ず凝集剤を用いて処理を行う。
- ④ マイクロフロック法とは、低水温・低濁度原水を対象として、凝集剤を注入、混和した後、フロック形成と沈殿処理を経ることなく、ろ過を行うものである。
- ⑤ ろ層の洗浄は、逆流洗浄に表面洗浄を組み合わせた方式を標準とし、必要に応じて逆流洗浄と空気洗浄を組み合わせたものにする。洗浄には、原則として原水を用いる。

正解は⑤

ろ層の洗浄水には、原則として浄水（ろ過水）を用いる。原水を用いると洗浄水そのものに濁質が含まれ、洗浄効果が損なわれるばかりかろ層を汚染するためである。したがって「原則として原水を用いる」とする記述は不適切である。

④：○マイクロフロック法は、低水温・低濁度原水を対象に、凝集剤を注入・混和した後、フロック形成と沈殿処理を経ずに直接ろ過する方法であるという記述で正しい。

Ⅲ－6 浄水処理における消毒に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 有効塩素は、遊離塩素と結合塩素に大別されるが、遊離塩素と比べて結合塩素の方が消毒力は小さい。
- ② 次亜塩素酸と次亜塩素酸イオンは、いずれも有効塩素であるが消毒力に差があり、次亜塩素酸の方が消毒効果は大きい。
- ③ 水の pH 値は、塩素による消毒作用に影響を与え、同じ有効塩素濃度でも pH 値が低いほど消毒効果は大きい。
- ④ 不連続点塩素処理とは、不連続点を超えて塩素を加えて消毒を行う方法であり、残留性の高い結合塩素での確実な消毒が期待できる。
- ⑤ 一般に、良質な水では、塩素要求量と塩素消費量は同じであるが、アンモニア態窒素などを多く含む水では、その差が大きくなる。

正解は④

不連続点塩素処理は、アンモニア態窒素と塩素の反応により生成した結合塩素を、さらに塩素を注入して分解し、不連続点を越えたところで遊離残留塩素が現れるようにする方法である。したがって期待できるのは消毒力の強い遊離塩素による確実な消毒であり、「残留性の高い結合塩素での確実な消毒」とする記述は不適切である。

③：○pH 値が低いほど消毒力の強い次亜塩素酸（HClO）の割合が高くなるため、同じ有効塩素濃度でも消毒効果は大きくなるという記述で正しい。

Ⅲ－7 活性炭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。

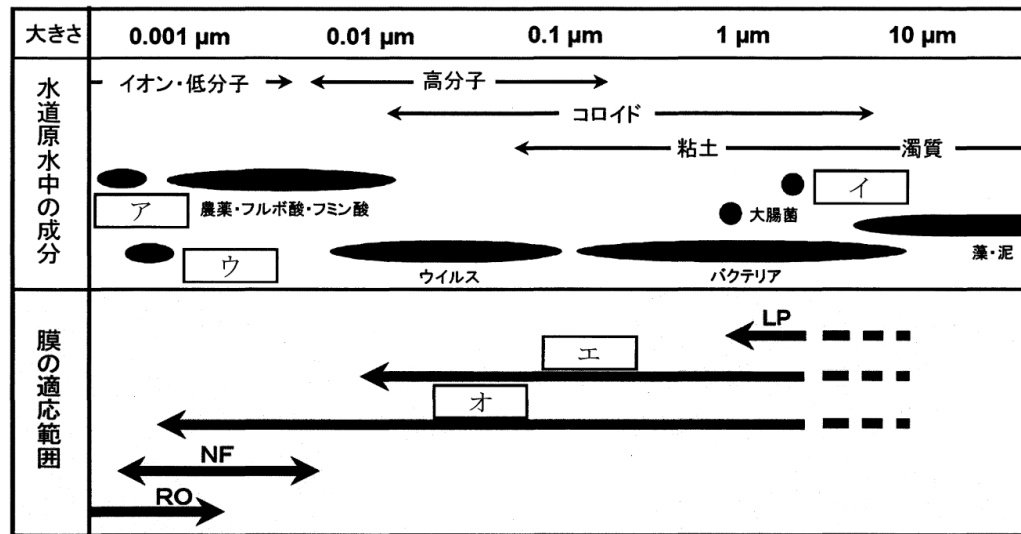
- ① 粉末活性炭は主におが粉等の木質、粒状活性炭は石炭系、ヤシ殻等の植物系を原料とし、これらの原料を炭化させ、さらに賦活処理することで作られる。
- ② 粉末活性炭吸着処理は、通常凝集処理以前の原水に対して行われ、活性炭は凝集沈殿、ろ過により除かれる。
- ③ 粉末活性炭は、常温付近で空気中の窒素を徐々に吸着するため、貯蔵槽内では酸素濃度が上昇するおそれがある。
- ④ 粒状活性炭処理では、一定の条件のもとで処理を継続し、処理水中の臭気物質などの対象物質が吸着されずに漏出し始める点を破過点と称している。
- ⑤ 生物活性炭処理は、活性炭表面の生物膜内で生じる有機物質等の分解と、活性炭内部の細孔内で進行する吸着による処理方法である。

正解は③

粉末活性炭は、常温付近でも空気中の酸素を徐々に吸着する性質がある。このため貯蔵槽や貯蔵室の内部では酸素濃度が低下し、酸素欠乏症のおそれがあるので、立入り前の換気と酸素濃度測定が必要となる。「空気中の窒素を徐々に吸着するため、酸素濃度が上昇する」とする記述は不適切である。

②：○粉末活性炭吸着処理は通常凝集処理以前の原水に対して行い、活性炭は凝集沈殿・ろ過により除かれるという記述で正しい。

Ⅲ－８ 水道原水中成分のサイズ比較及び膜の適応範囲に関する次の図の，〔 〕に入る語句の組合せとして，最も適切なものはどれか。



- ① ア：クリプトスポリジウム イ：トリハロメタン前駆物質 ウ：無機イオン・硝酸態窒素 エ：MF（精密ろ過） オ：UF（限外ろ過）
- ② ア：トリハロメタン前駆物質 イ：無機イオン・硝酸態窒素 ウ：クリプトスポリジウム エ：MF（精密ろ過） オ：UF（限外ろ過）
- ③ ア：無機イオン・硝酸態窒素 イ：クリプトスポリジウム ウ：トリハロメタン前駆物質 エ：MF（精密ろ過） オ：UF（限外ろ過）
- ④ ア：無機イオン・硝酸態窒素 イ：クリプトスポリジウム ウ：トリハロメタン前駆物質 エ：UF（限外ろ過） オ：MF（精密ろ過）
- ⑤ ア：トリハロメタン前駆物質 イ：無機イオン・硝酸態窒素 ウ：クリプトスポリジウム エ：UF（限外ろ過） オ：MF（精密ろ過）

正解は③

図は横軸を成分の大きさ（0.001 μm～10 μm）としたものである。

アは最も左の 0.001 μm 付近に位置するので、最も小さい無機イオン・硝酸態窒素である。

ウはその右の 0.001～0.01 μm 付近で、フルボ酸・フミン酸と同じ大きさの範囲にあるからトリハロメタン前駆物質である。

イは 1～10 μm の範囲で大腸菌の隣に位置するので、オーシストの大きさが 4～6 μm 程度のクリプトスポリジウムである。

膜は孔径の大きいものから MF（精密ろ過）、UF（限外ろ過）、NF（ナノろ過）、RO（逆浸透）の順であり、適応範囲の左端（除去できる最小の大きさ）がより大きいエが MF、その次に位置するオが UF となる。

したがって③の組合せが正しい。

Ⅲ－9 配水管に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 配水管を他の地下埋設物と交差又は近接して布設するときは、少なくとも 0.3m 以上の間隔を保つ。
- ② 軟弱地盤や構造物との取合い部など不同沈下のおそれのある箇所には、可とう性のある伸縮継手を設ける。
- ③ 異形管防護に対する管内水圧は、最大静水圧に水撃圧を加えたものとする。
- ④ 配水管の管径の算定に当たっては、配水池、配水塔及び高架タンクの水位はいずれも高水位をとる。
- ⑤ 沿岸部で津波被害の想定される地域において、重要な管路を河川、運河、水路等に横断させる場合、伏越しすることが望ましい。

正解は④

配水管の管径は、最も不利な条件で所要の水量・水圧を確保できるよう定める必要があるため、配水池、配水塔及び高架タンクの水位はいずれも低水位をとって算定する。高水位で算定すると、低水位時に所要の水圧が確保できないので不適切である。

③：○異形管防護に対する管内水圧は最大静水圧に水撃圧を加えたものとするという記述で正しい。

Ⅲ－10 給水装置における事故防止に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 給水装置と当該給水装置以外の水管、その他の設備とは、仕切弁や逆流防止弁が介在しても、また、一時的な仮設であってもこれを直接連結してはならない。
- ② 上水道と工業用水道の誤接続を防止するに当たり、給水管の分岐工事後に残留塩素濃度を測定することにより上水道管への接続を確認することができる。
- ③ 逆流防止対策には、吐水口空間の確保、逆流防止弁の設置、負圧破壊の3つがある。このうち、最も確実な逆流防止の手段は、逆流防止弁の設置である。
- ④ 受水槽や浴槽、プール等に給水する場合は、給水栓の吐水口と水受け容器の越流面との間に、吐水口の口径を考慮して必要な空間を確保する。
- ⑤ 負圧破壊装置（バキュームブレイカ）は、給水等の配管系統に負圧が生じた場合に、負圧部分へ空気を導入することにより、逆サイホン作用による逆流を防止する。

正解は③

逆流防止対策のうち最も確実な手段は、吐水口空間の確保である。吐水口と越流面との間に空気層を設けることで、配管系に負圧が生じても物理的に水が逆流し得ないためである。逆流防止弁は弁座への異物のかみ込みや劣化により機能が損なわれるおそれがあるので、最も確実とはいえず、記述は不適切である。

②：○上水道と工業用水道の誤接続の確認方法として、分岐工事後に残留塩素濃度を測定することは有効であるという記述で正しい。

Ⅲ－11 水道施設の制御に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 薬品注入設備において、注入量が脈動する形式の計量ポンプの場合は、実流量によるフィードバック制御は難しく、必要な注入量から制御対象の設定値を演算して出力する。
- ② 浄水場、給水所等の監視制御システムの構築に当たり、外部からのサイバー攻撃等を想定し、施設の実態に合った情報セキュリティ対策を講じ、その影響を極小化することで、外部ネットワークから制限なく接続し制御することができる。
- ③ 自然平衡形ろ過池は、ろ過流量の制御に機器を使用せず堰と水頭を利用するもので、制御は個々のろ過池の流量を制御するのではなく、ろ過池流入量により決定され、特別の流量調節機器を必要としない。
- ④ ポンプ設備における回転速度制御は、回転速度の変化に比例して流量が変わることを利用したもので、制御性がよく運転コストも安い。台数制御と併用されることが一般的である。
- ⑤ 中央集中設置方式による水質計測では、計器の設置環境は良好な状態を維持でき、保守点検も集中的に行えるが、採水地点と計器との距離が遠くなるため、サンプリング水到達までの時間遅れが問題になることがある。

正解は②

浄水場等の監視制御システムは、サイバー攻撃等を想定して外部ネットワークからの接続を厳しく制限することが情報セキュリティ対策の基本である。対策を講じたからといって「外部ネットワークから制限なく接続し制御することができる」ことにはならないので、記述は不適切である。

⑤：○中央集中設置方式の水質計測は、計器の設置環境や保守点検の面で有利である反面、採水地点からの距離が長くサンプリング水の到達に時間遅れが生じることがあるという記述で正しい。

Ⅲ－12 ポンプ系の水撃作用（ウォーターハンマ）に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 水柱分離後、ある時間が経過すると、上流側の水と下流側の水がぶつかりあい、水柱が再結合するとき異常に高い衝撃圧が生じる。これらの現象は、配管距離が長いほど起こりやすい。
- ② 急閉式逆止弁による圧力上昇軽減方法は、逆流が大きくなって急閉することで高い圧力上昇が生じるのを避けるため、逆流が起こる直前の流速が遅くなったときに急閉する方法で、逆流開始が早い管路に用いられる。
- ③ コーン弁又はニードル弁による圧力上昇軽減方法は、停電と同時に弁の油圧操作機構により、バルブ開度を制御し自動的に緩閉するもので、流速の変化を小さくし圧力上昇を抑えることができる。
- ④ コンベンショナルサージタンクは、吐出し側管路に設けることにより、その下流側の管路の圧力上昇を吸収し、また、圧力低下に対しては水を補給して負圧の発生を防止する。
- ⑤ フライホイールは、ポンプ軸に取り付けることにより慣性効果を大きくし、ポンプ吐出し圧力の急激な上昇を緩和することで、負圧の発生を防止する。

正解は⑤

フライホイールは、ポンプ軸に取り付けて回転体の慣性を大きくし、停電等でポンプが急停止する際の回転速度の低下を緩やかにするものである。これによりポンプ吐出し圧力の急激な「低下」が緩和され、水柱分離による負圧の発生が防止される。「圧力の急激な上昇を緩和する」とする記述は不適切である。

①：○水柱分離後の水柱再結合時には異常に高い衝撃圧が生じ、これらの現象は配管距離が長いほど起こりやすいという記述で正しい。

Ⅲ－13 上水道における金属管の腐食に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 腐食性土壌に埋設されている管路及び鉄筋コンクリート貫通部、異種土壌間での布設部、異種金属の接続部等の環境にある管路は腐食が生じやすい。
- ② 電食とは、直流電気鉄道の漏れ電流及び電気防食設備の防食電流によって生じる腐食であり、金属管から電流が流出する部分に電食が生じる。
- ③ 自然腐食は、異種金属の接続、酸素濃淡（通気差）による腐食等のマイクロセル腐食と、一般土壌腐食、特殊土壌腐食等のマクロセル腐食に区分される。
- ④ 鉄筋コンクリート貫通部付近の埋設部における腐食を防止するためには、コンクリート壁の貫通部、配管支持金具及び各種の設備機器の基礎アンカ等がコンクリート中の鉄筋と電氣的に接触（導通）しないように、設計上考慮するか、あるいはその部分を絶縁処置する。
- ⑤ 流電陽極法とは、電食防止方法の1つで、管に標準単極電位が低い金属（マグネシウムなど）を犠牲陽極として設置し、陽極と管との間に異種金属電池を形成させ、管へ防食電流を流入させる方法である。

正解は③

自然腐食は、腐食電池の形成される範囲の大小により、マイクロセル腐食とマクロセル腐食に区分される。マイクロセル腐食は同一金属表面の微視的な範囲で生じるもので一般土壌腐食や特殊土壌腐食（バクテリア腐食）が該当し、マクロセル腐食は離れた範囲で電池が形成されるもので異種金属接触腐食、コンクリート／土壌系腐食、酸素濃淡（通気差）腐食が該当する。選択肢は両者の区分が入れ替わっており不適切である。

②：○電食は直流電気鉄道の漏れ電流等により生じ、金属管から電流が流出する部分に発生するという記述で正しい。

Ⅲ－14 漏水調査を行う機器に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 音聴棒は、振動板を取り付けた金属棒であり、メーターや制水弁等に棒の先端を接触させ、管に伝わってくる音を振動板で聴き取る。漏水位置の探知は困難である。
- ② 漏水探知器は、漏水音の検出器を地表面に置き、地中を伝わってくる漏水音を増幅してヘッドホンで聴き取る。検出器を順次移動させることで漏水位置を探知できる。
- ③ 音聴調査に音聴棒・漏水探知器等を使用する場合は、漏水音の特性を熟知する必要がある。
- ④ 時間積分式漏水発見器は、各戸のメーターます内のメーターガラス面・バルブ・配管等の露出部にセンサーを直接接触させ、測定地点付近の漏水の有無を判別する。判別には十分な経験を要する。
- ⑤ 相関式漏水探知器は、漏水が予想される地点を挟む管路上の2か所にセンサーを置き、各センサーまでの漏水音の伝播時間差を求めることで漏水位置を算出する。

正解は④

時間積分式漏水発見器は、センサーを測定地点に一定時間設置して漏水音を積分し、その大きさを数値として表示するものである。音の大きさを数値で客観的に判定できるため、音聴調査のように聴き分けの経験を要しない点が特徴である。したがって「判別には十分な経験を要する」とする記述は不適切である。

①：○音聴棒はメーターや制水弁等に先端を接触させて管に伝わる音を聴くもので、漏水の有無は判断できても漏水位置の探知は困難であるという記述で正しい。

⑤：○相関式漏水探知器は、漏水推定地点を挟む2か所のセンサーへの漏水音の伝播時間差から漏水位置を算出するという記述で正しい。

Ⅲ－15 開水路に関する次の記述の，〔 〕に入る語句・数値の組合せとして，最も適切なものはどれか。
開水路における平均流速は，マンニング公式で求められる。この公式によると，平均流速は〔ア〕の〔イ〕
乗に比例する。また，与えられた流水断面に対して，径深が〔ウ〕であるような断面を水理的最良断面
という。

- ① ア：流積 イ：2/3 ウ：最小
- ② ア：流積 イ：2/3 ウ：最大
- ③ ア：潤辺 イ：1/2 ウ：最小
- ④ ア：潤辺 イ：1/2 ウ：最大
- ⑤ ア：潤辺 イ：2/3 ウ：最大

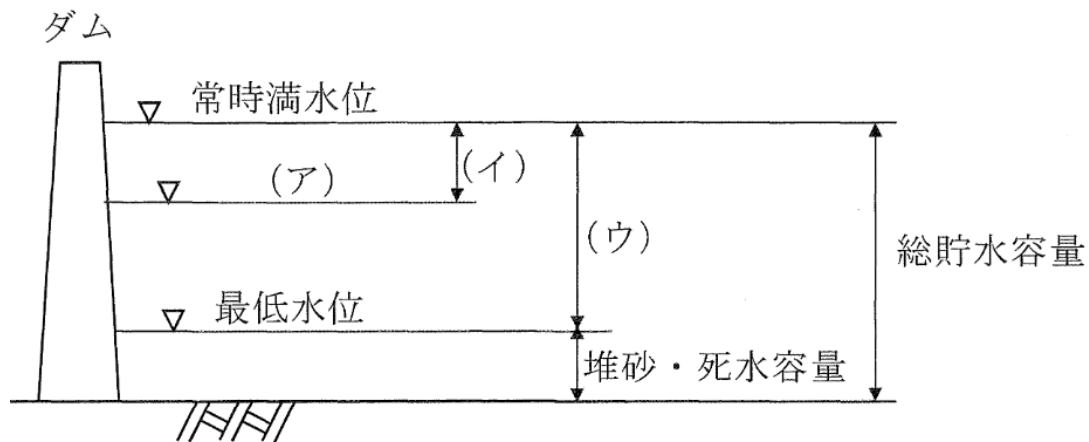
正解は②

マンニング公式は $V = (1/n)R^{2/3}I^{1/2}$ (R ：径深、 I ：勾配、 n ：粗度係数) で表され、径深 $R = \text{流積 } A / \text{潤辺 } P$ である。したがって潤辺を一定とみれば、平均流速は流積の $2/3$ 乗に比例する ($A = \text{流積}$ 、 $I = 2/3$)。潤辺については $-2/3$ 乗となるので、比例するのは流積の方である。

また、与えられた流水断面 (同じ流積) に対して潤辺が最小、すなわち径深 $R = A/P$ が最大となる断面が、同じ勾配・同じ流積で最も多くの流量を流せる水理的最良断面である ($U = \text{最大}$)。

したがって②の組合せが正しい。

Ⅲ－16 利水と治水の両目的のために用いる我が国の多目的貯水池の水位関係，容量関係の一例を示した下図の，（ア）～（ウ）に入る語句の組合せとして，最も適切なものはどれか。



- ① ア：渇水期制限水位 イ：洪水期利水容量 ウ：洪水調節容量
- ② ア：渇水期制限水位 イ：洪水調節容量 ウ：有効貯水容量
- ③ ア：洪水期制限水位 イ：洪水期利水容量 ウ：洪水調節容量
- ④ ア：洪水期制限水位 イ：洪水期利水容量 ウ：有効貯水容量
- ⑤ ア：洪水期制限水位 イ：洪水調節容量 ウ：有効貯水容量

正解は⑤

多目的貯水池では、洪水期に洪水調節容量を確保するため、常時満水位より低い位置に洪水期制限水位を設ける（ア＝洪水期制限水位）。

常時満水位と洪水期制限水位との間の容量が、洪水を一時的に貯留するための洪水調節容量である（イ＝洪水調節容量）。

総貯水容量から堆砂・死水容量を除いた、最低水位から常時満水位までの利用可能な容量が有効貯水容量である（ウ＝有効貯水容量）。

したがって⑤の組合せが正しい。

Ⅲ－17 上水道における排水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 排水処理施設の濃縮槽の容量は、滞留時間を計画スラッジ量の 24~48 時間、また固形物負荷は $10\sim 20\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$ を標準とする。
- ② スラッジの加圧脱水の前処理として消石灰を注入する場合は、脱水効率は良くなるが、発生ケーキの pH 値が高くなり、埋立処分する場合は環境上の問題とならないよう対応が必要となる。
- ③ 濃縮工程で発生する排水は、再度原水として利用する方式がとられる場合があり、クローズドシステムという。マンガン、有機物、クリプトスポリジウム等の循環による水質の悪化、返送時の pH 値、塩素要求量の変動等に留意する必要がある。
- ④ 放射性物質が検出された浄水発生土の有効利用については、再利用して生産する製品の出荷前にクリアランスレベル ($10\mu\text{Sv}/\text{年}$) 以下であれば利用可能とする。
- ⑤ 浄水能力 $1\text{万 m}^3/\text{日}$ 以上の浄水場の沈殿施設及びろ過施設からの排水は「水質汚濁防止法」の排水基準が適用される。浄水能力 $1\text{万 m}^3/\text{日}$ 未満の浄水場からの排水は公共用水域にそのまま排水することができる。

正解は⑤

浄水能力 $1\text{万 m}^3/\text{日}$ 未満の浄水場は水質汚濁防止法上の特定施設に該当しないため同法に基づく排水基準は適用されないが、そのことは公共用水域への影響に配慮しなくてよいことを意味しない。規模にかかわらず適切な排水処理を行ったうえで放流する必要がある、「そのまま排水することができる」と言い切る記述は不適切である。

- ③：○濃縮工程で発生する排水を再度原水として利用する方式をクローズドシステムといい、マンガン・有機物・クリプトスポリジウム等の循環による水質悪化や、返送時の pH 値・塩素要求量の変動に留意する必要があるという記述で正しい。

Ⅲ－18 水道の水質基準や水質検査に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 定期的水質検査のうち、色、濁り、臭いは 1 日 1 回以上行う。
- ② 水質基準項目は、人の健康の保護又は生活上の支障を生ずるおそれのある項目について設定されている。
- ③ 水質管理目標設定項目のうち農薬類については、検出指標値が 1 を超えない総農薬方式によるものとされている。
- ④ 通常の浄水処理により水質基準項目等を高い比率で生成する物質として浄水処理対応困難物質が設定されている。
- ⑤ 水道事業者等は、水質検査の省略や検査回数を減じる判断基準を明示するとともに、水質検査の適正化・透明性を確保するため、省略理由等の必要事項を記載した水質検査計画を、毎事業年度の開始前に作成し、事前に公表することが義務付けられている。

正解は①

水道法施行規則第 15 条により、毎日行うこととされている検査は「色及び濁り並びに消毒の残留効果（残留塩素）」に関する検査である。臭いは毎日の検査項目とされていないので、「色、濁り、臭いは 1 日 1 回以上行う」とする記述は不適切である。

- ③：○水質管理目標設定項目の農薬類は、個々の農薬の検出値を目標値で除した値の総和（検出指標値）が 1 を超えないこととする総農薬方式によるという記述で正しい。

- ⑤：○水道事業者等は水質検査計画を毎事業年度の開始前に作成し事前に公表することが義務付けられているという記述で正しい。

Ⅲ－19 下水道事業におけるストックマネジメン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 スtockマネジメントは、長期的な視点で下水道施設全体の今後の老朽化の進展状況を考慮し、リスク評価等による優先順位付けを行ったうえで、施設の点検・調査、修繕・改築を実施し、施設全体を対象とした施設管理の最適化を目的としている。
- ② 改築とは、更新又は長寿命化対策により、所定の耐用年数を新たに確保するものである。このうち、長寿命化対策は、既存の施設を新たに取替えることをいう。
- ③ 修繕とは、老朽化した施設又は故障若しくは損傷した施設を対象として、当該施設の所定の耐用年数内において機能を維持させるために行われるものである。
- ④ 予防保全とは、施設・設備の寿命を予測し、異状や故障に至る前に対策を実施する管理方法で、状態監視保全と時間計画保全がある。状態監視保全は、施設・設備の劣化状況や動作状況の確認を行い、その状態に応じて対策を行う管理方法である。
- ⑤ ライフサイクルコストとは、施設・設備における新規整備、維持、修繕、改築等を含めた生涯費用の総計である。

正解は②

長寿命化対策は、既存の施設に対し部分的な更生・補修・補強等を行い、所定の耐用年数を新たに確保する対策である。既存の施設を新たに取替えることは「更新」であるから、記述は長寿命化対策と更新を取り違えており不適切である。

④：○予防保全には状態監視保全と時間計画保全があり、状態監視保全は劣化状況や動作状況の確認結果に応じて対策を行う管理方法であるという記述で正しい。

Ⅲ－20 下水道における計画汚濁負荷量及び計画流入水質に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 計画汚濁負荷量は、生活污水、営業污水、工場排水、観光污水、その他の污水の汚濁負荷量の合計値とする。
- ② 生活污水の汚濁負荷量は、1人1日当たりの汚濁負荷量に計画人口を乗じて求める。
- ③ 営業污水の汚濁負荷量は、業務の種類、污水の特徴等を勘案して決定する。
- ④ 下水道に受け入れる工場排水のうち、排出負荷量の大きいと予測されるものについては、汚濁負荷量の実績値を把握することが望ましい。実績値の把握が困難な場合は、業種別の出荷額当たりの汚濁負荷量原単位の値等を利用して汚濁負荷量を推定する。
- ⑤ 計画流入水質は、計画汚濁負荷量を計画1日最大汚水量で除した値とする。供用開始からの流入水質の実績データがある場合は、その推移や季節変動等を勘案しつつ、将来の流入水質を予測し、計画流入水質を定める。

正解は⑤

計画流入水質は、計画汚濁負荷量を計画1日平均汚水量で除した値とする。計画1日最大汚水量で除すと実際より低い流入水質を見込むことになり、処理施設が過小となるので不適切である。

④：○排出負荷量が大きいと予測される工場排水については汚濁負荷量の実績値を把握することが望ましく、困難な場合は業種別の出荷額当たり原単位等により推定するという記述で正しい。

Ⅲ－21 下水道の計画降雨に対応する施設計画に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 雨水管理計画における計画降雨は、想定最大規模降雨を対象とし、防災を目的とした浸水防除（水位が地表面を超えることを許容しない）を目標とする。
- ② 管きよの断面は、自由水面を確保しつつ、計画雨水量を支障なく排水できるよう決定し、圧力管きよとなる区間は設けてはならない。
- ③ 自然排水、ポンプ排水等の雨水を排除する区域の決定は、計画外水位を用いて水位評価を行ったうえで定める。
- ④ 管路施設の配置は、損失水頭が最大となるよう、地形、地質、道路幅員、地下埋設物等を十分考慮する。
- ⑤ 管路施設の構造について、地震力に対して機能を損なわない構造とするため、管きよとマンホールの接続部は必ず剛結させなければならない。

正解は③

自然排水とするかポンプ排水とするかの区域の決定は、放流先河川等の計画外水位を用いて水位評価を行い、自然流下で排水できるかどうかを判断したうえで定める。これが③で、正しい。

- ①：×雨水管理計画における計画降雨は、おおむね 5～10 年確率の降雨を標準とする。想定最大規模降雨は、水防法に基づく浸水想定区域図の作成など、施設では守りきれない事象への「減災」の検討に用いるものであり、施設計画の計画降雨ではない。
- ②：×新設する管きよでは計画降雨に対して自由水面を確保できる排水能力を確保することが基本であるが、計画上やむを得ない場合や段階的整備期間などには圧力管きよとなる区間が生じることでも許容される。「設けてはならない」と断定するのは誤りである。
- ④：×管路施設の配置は、損失水頭が最小となるよう地形、地質、道路幅員、地下埋設物等を考慮する。最大とするのでは流下能力が下がるだけである。
- ⑤：×管きよとマンホールの接続部は、地震時の相対変位を吸収できるよう可とう性継手を設けるのが原則である。剛結すると接続部に応力が集中して破損しやすい。

Ⅲ－22 雨水流出抑制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 雨水流出抑制対策は、雨水貯留及び雨水浸透並びに土地利用の計画的管理に分類される。
- ② 雨水貯留は、オンサイト貯留とオフサイト貯留に分類される。
- ③ 雨水浸透施設の設置に当たっては、地域特性を考慮し、必要に応じて浸透適地マップを作成して、浸透適地の把握を行うことが望ましい。
- ④ 雨水流出抑制施設の施設規模の算定に当たっては、雨水流出量の時間的変化を表す流出ハイトグラフを作成する。
- ⑤ 雨水流出抑制効果には、ピーク流出量の削減による浸水被害の軽減、吐口からの未処理放流水の越流量等の削減による合流式下水道の改善、湧水の復活等がある。

正解は④

雨水流出抑制施設の施設規模の算定には、降雨強度の時間的変化を表す降雨ハイトグラフを用いる。ハイトグラフは降雨、ハイドログラフは流量の時間的変化を表すものであるから、「雨水流出量の時間的変化を表す流出ハイトグラフ」とする記述は用語の使い方が誤りであり不適切である。

- ②：○雨水貯留は、降雨地点で貯留するオンサイト貯留と、集水して別地点で貯留するオフサイト貯留に分類されるという記述で正しい。

Ⅲ－23 SRT（固形物滞留時間）の大小による活性汚泥法の特徴を示した次の組合せのうち、最も不適切なものはどれか。

- | | |
|----------------|--|
| ① 余剰汚泥発生量 | SRT 大：少ない SRT 小：多い |
| ② 維持管理 | SRT 大：容易 SRT 小：難しい |
| ③ 消費電力 | SRT 大：小さい SRT 小：大きい |
| ④ 処理水量当たりの施設面積 | SRT 大：大きい SRT 小：小さい |
| ⑤ 該当する活性汚泥法 | SRT 大：オキシデーショondiッチ法，長時間エアレーション法 SRT 小：標準活性汚泥法，酸素活性汚泥法 |

正解は③

SRT が大きい処理方式（オキシデーショondiッチ法、長時間エアレーション法）は、長時間の曝気を行うため送風動力が大きく、処理水量当たりの消費電力は大きくなる。逆に SRT が小さい処理方式（標準活性汚泥法、酸素活性汚泥法）は曝気時間が短く消費電力は小さい。したがって選択肢は大小関係が逆であり不適切である。

- ①：○SRT が大きいほど内生呼吸により汚泥が自己分解するため、余剰汚泥発生量は少なくなるという記述で正しい。
- ④：○SRT が大きいほど反応タンクの滞留時間も長くなるため、処理水量当たりの施設面積は大きくなるという記述で正しい。

Ⅲ－24 下水道の接触酸化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 生物相が多様で処理効果が安定している。
- ② 高負荷で運転すると、生物膜が肥大化し、ろ材が目詰まりすることがある。
- ③ 汚泥の自己酸化が期待でき、余剰汚泥量が少ない。
- ④ 付着生物量を任意に調整できるので、操作条件の変更に対応しやすい。
- ⑤ 返送汚泥が必要なく、運転管理が容易である。

正解は④

接触酸化法は、反応タンク内に充填した接触材（ろ材）の表面に生物膜を付着・増殖させて処理する生物膜法である。生物膜は自然に付着・剥離するものであるから、活性汚泥法のように MLSS 濃度を返送汚泥量で調整するようには、付着生物量を任意に調整することができない。したがって「付着生物量を任意に調整できるので、操作条件の変更に対応しやすい」とする記述は不適切である。

- ⑤：○生物膜がろ材に保持されるため返送汚泥が必要なく、運転管理が容易であるという記述で正しい。

Ⅲ－25 窒素除去法は、主に微生物の硝化反応、脱窒反応を組合せた生物学的方法が用いられる。硝化細菌によってアンモニア性窒素を硝酸性窒素へと酸化する硝化反応は、次式で表すことができる。



1g のアンモニア性窒素が硝酸性窒素に酸化されるのに必要な酸素量として、最も近い値はどれか。水素、窒素、酸素の原子量は、それぞれ 1, 14, 16 とする。

- ① 1.56g
- ② 2.29g
- ③ 3.43g
- ④ 3.56g
- ⑤ 4.57g

正解は⑤

反応式 $\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+$ より、窒素 1mol の硝化に酸素 2mol を要する。

窒素の原子量は 14 であるから窒素 1mol=14g、酸素の分子量は $16 \times 2 = 32$ であるから酸素 2mol=64g である。

したがって、アンモニア性窒素 1g 当たりに必要な酸素量は

$$64\text{g} \div 14\text{g} = 4.57\text{g}$$

となり、⑤が正しい。

Ⅲ－26 下水道の各種活性汚泥法の反応タンク（又は回分槽）における標準的な水理学的滞留時間（HRT）に関する次の組合せのうち、最も不適切なものはどれか。なお、回分槽の HRT は流入工程から排出工程までとする。

- ① 標準活性汚泥法：6～8 時間
- ② オキシデーションディッチ法：12～18 時間
- ③ 長時間エアレーション法：16～24 時間
- ④ 回分式活性汚泥法（高負荷型）：12～24 時間
- ⑤ 酸素活性汚泥法：1.5～3.0 時間

正解は②

オキシデーションディッチ法は、最初沈殿池を設けず低負荷・長時間の曝気を行う処理方式で、HRT（水理学的滞留時間）は 24～48 時間程度を標準とする。12～18 時間では滞留時間が短すぎるので不適切である。

①：○標準活性汚泥法の HRT は 6～8 時間が標準である。

③：○長時間エアレーション法の HRT は 16～24 時間が標準である。

⑤：○酸素活性汚泥法は高濃度の酸素を用いるため HRT を 1.5～3.0 時間と短くできる。

Ⅲ－27 下水処理水の塩素消毒施設に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 塩素の注入率は、放流水中の大腸菌群数が 1cm^3 中 5,000 個以下になるように定めなければならない。
- ② 接触タンクにおける接触時間は、塩素注入後、放流きよも含めて 15 分以上とし、塩素を十分に混和及び接触させる必要がある。
- ③ 接触タンクは、塩素と処理水の良い混和ができ、かつ、沈殿物が生じない構造とするために、う回水路とする。
- ④ 次亜塩素酸ナトリウム溶液注入装置の容量は、計画時間最大汚水量と注入率とによって定める。ただし、合流式下水道の場合は、雨天時計画汚水量とする。
- ⑤ 次亜塩素酸ナトリウム溶液の貯蔵の場所は、冷暗所で、通風のよい場所とする。貯槽は 2 槽以上とし、破損及び転倒がない材質や構造とする。

正解は①

出題当時の下水道法施行令第 6 条では、放流水の大腸菌群数は 1cm^3 につき 3,000 個以下と定められており、塩素の注入率はこれを満たすように定める。5,000 個以下は基準値として誤りであり不適切である。

②：○接触タンクにおける接触時間は、放流きよも含めて 15 分以上とするという記述で正しい。

④：○次亜塩素酸ナトリウム溶液注入装置の容量は計画時間最大汚水量と注入率とにより定め、合流式下水道の場合は雨天時計画汚水量とするという記述で正しい。

Ⅲ－28 下水道管きよ施設における流速に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 流量計算の流速の式には、一般に自然流下方式では Manning 式又は Kutter 式を用い、圧送式・圧力式では Hazen・Williams 式を用いる。
- ② 粗度係数は、Manning 式及び Kutter 式とも、鉄筋コンクリート管等の工場製品（陶管を含む）及び現場打ち鉄筋コンクリート管の場合は 0.013、硬質塩化ビニル管及び強化プラスチック複合管の場合は 0.010 を標準とする。
- ③ 流速は、一般に下流に行くに従い漸増させ、勾配は、下流に行くに従い次第に急になるようにする。
- ④ 雨水管きよ及び合流管きよにおいては、沈殿物の比重が土砂類の流入によって汚水管きよの場合より大きくなるため、計画下水量に対し、最小流速は 0.8m/s とし、最大流速は 3.0m/s 程度を原則とする。
- ⑤ 理想的な流速は、汚水管きよ、遮集管きよ、雨水管きよ及び合流管きよとも、計画下水量に対し、 $1.0\sim 1.8\text{m/s}$ 程度である。

正解は③

管きよは、下流に行くに従って流量が増えるため流速は漸増させるが、管径が大きくなって流下能力が高まることから、勾配は下流に行くに従い次第に緩やかになるようにする。勾配を下流ほど急にすると埋設深が急激に深くなり不経済であるうえ、流速が過大となって管きよを摩耗させるので、記述は不適切である。

①：○自然流下方式では Manning 式又は Kutter 式、圧送式・圧力式では Hazen・Williams 式を用いるという記述で正しい。

⑤：○理想的な流速は、いずれの管きよでも計画下水量に対し $1.0\sim 1.8\text{m/s}$ 程度であるという記述で正しい。

Ⅲ－29 下水道の主ポンプに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 軸流ポンプは、回転速度を高くすることができるため、斜流ポンプより小型となり、全揚程が 10m 以上のときは経済的に有利である。
- ② 斜流ポンプは、吐出し量の変化に対して軸動力の変動も少ないので、雨水排水等の水位の変動が大きい場合に適している。
- ③ 渦巻斜流ポンプは、渦巻ポンプに比べて羽根車の羽根枚数が少ないので異物による閉そくが少ない。
- ④ 渦巻ポンプは、効率のよい範囲が広く、計画吐出し量よりも少量域で運転する場合、所要の動力は少なく済む。
- ⑤ スクリューポンプは、構造が簡単で開放形であり、保守、点検及び自動運転が容易なため、低揚程のポンプ場及び小規模なポンプ場に使用されている。

正解は①

軸流ポンプは、羽根車が水を軸方向に押し出す形式で、大量の水を低い揚程で送るのに適しており、経済的に有利となるのは全揚程がおおむね 4m 程度以下の低揚程域である。全揚程が 10m 以上となる場合は斜流ポンプや渦巻ポンプが用いられるので、記述は不適切である。

②：○斜流ポンプは吐出し量の変化に対して軸動力の変動が少ないため、水位変動の大きい雨水排水等に適しているという記述で正しい。

⑤：○スクリューポンプは構造が簡単で開放形であり、保守・点検及び自動運転が容易なため低揚程・小規模なポンプ場に使用されるという記述で正しい。

Ⅲ－30 下水汚泥エネルギーの利活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 汚泥炭化は、高酸素濃度状態の下で下水汚泥を燃焼することにより、汚泥中に含まれる分解ガスを放出させ、汚泥を熱分解させて燃料化する技術である。
- ② 汚泥乾燥は、脱水汚泥と熱風とが直接接触して乾燥させる直接加熱乾燥と、脱水汚泥と蒸気とが間接的に接触して乾燥させる間接加熱乾燥に大別される。
- ③ 下水汚泥固形燃料化技術として、現在、汚泥乾燥技術と汚泥炭化技術の 2 つの方式が確立されており、製造工程で要するエネルギーと燃料化物の保有エネルギー、温室効果ガス削減効果等を考慮し、適切な方式を選定することが重要である。
- ④ 嫌気性消化の副産物として生成されるメタンを主成分とした消化ガスは、脱硫後、汚泥消化タンクの加温や焼却炉の補助燃料として利用されるほか、発電等への利活用も実施されている。
- ⑤ 下水汚泥エネルギーの利活用とは、汚泥中の有機物が持つ熱エネルギーを利用する技術であり、化石燃料の代替として利活用することで、地球温暖化防止や低炭素社会の構築に寄与するものである。

正解は①

汚泥炭化は、低酸素（無酸素）状態で下水汚泥を加熱し、熱分解によって可燃性の分解ガスを放出させたうえで炭化物として固定炭素分を得る技術である。「高酸素濃度状態の下で燃焼する」のは焼却であって炭化ではないので、記述は不適切である。

③：○下水汚泥固形燃料化技術としては汚泥乾燥技術と汚泥炭化技術の 2 方式が確立されており、製造に要するエネルギーと燃料化物の保有エネルギー、温室効果ガス削減効果等を考慮して選定することが重要であるという記述で正しい。

Ⅲ－31 下水汚泥焼却炉に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 下水汚泥焼却炉においては、流動焼却炉が多く採用されてきたが、近年は低燃費や省電力、地球温暖化防止のための温室効果ガス排出量削減効果のある焼却炉の採用が増えている。
- ② 循環式流動焼却炉は、流動焼却炉と比較して燃焼効率がよくコンパクトであり、また負荷変動に強く、汚泥とスクリーンかすとの混焼も可能である。
- ③ 多層燃焼式流動焼却炉は、燃焼空気の吹き込みを流動層とフリーボード部に分割して吹き込むことでフリーボード部での高温燃焼を促進し、 N_2O の発生を抑制する形式である。
- ④ 過給式流動焼却炉は、過給機が燃焼空気の供給と排ガスの誘引を行うため、起動用ブロワを除いた流動ブロワと誘引ファンが不要であり、流動焼却炉と比較して燃焼効率がよく、消費電力も少ない。
- ⑤ 階段式ストーカ炉は、その構造的特徴より、流動焼却炉の流動ブロワに相当する燃焼ファンの静圧も高く、また、誘引ファンの動力も大きくなる。

正解は⑤

階段式ストーカ炉は、火格子（ストーカ）の上で汚泥を移動させながら燃焼させる方式であり、流動焼却炉のように砂層を流動化させるための高い静圧の空気を必要としない。したがって燃焼ファンの静圧は流動焼却炉の流動ブロワより低く、誘引ファンの動力も小さくなる。記述は大小関係が逆であり不適切である。

④：○過給式流動焼却炉は、過給機が燃焼空気の供給と排ガスの誘引を行うため流動ブロワと誘引ファンが不要で、燃焼効率がよく消費電力も少ないという記述で正しい。

Ⅲ－32 下水汚泥の重力濃縮タンクの設計において、重力濃縮タンクへの投入汚泥の量を $900\text{m}^3/\text{d}$ 、重力濃縮タンクへの投入汚泥の固形物濃度を 1%、重力濃縮タンクの固形物負荷を $60\text{kg}\cdot\text{DS}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ とすると、重力濃縮タンクの必要水面積として最も適切なものはどれか。ただし、重力濃縮タンクへの投入汚泥の比重量は $1,000\text{kg}/\text{m}^3$ とする。

- ① 15m^2
- ② 60m^2
- ③ 90m^2
- ④ 150m^2
- ⑤ 300m^2

正解は④

重力濃縮タンクの必要水面積は、投入される固形物量を固形物負荷で除して求める。

投入固形物量＝投入汚泥量×固形物濃度×汚泥の比重量

$$= 900\text{m}^3/\text{d} \times 0.01 \times 1,000\text{kg}/\text{m}^3 = 9,000\text{kg}\cdot\text{DS}/\text{d}$$

$$\text{必要水面積} = 9,000\text{kg}\cdot\text{DS}/\text{d} \div 60\text{kg}\cdot\text{DS}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) = 150\text{m}^2$$

したがって④が正しい。

Ⅲ－33 下水汚泥の消化方式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。

汚泥消化方式には一段消化と二段消化がある。一段消化では，汚泥消化タンクで〔ア〕を行わず〔イ〕のみを行うため，脱離液が発生しない。また，固液分離が脱水設備のみで行われるため，二次タンクでの固液分離後に脱水を行う二段消化に比べ，システム全体の固形物回収率が〔ウ〕なり，水処理施設の負荷が軽減されるという特徴がある。また，汚泥消化タンクへの投入汚泥濃度が〔エ〕ため投入汚泥量を少なくできる。

- ① ア：固液分離 イ：生物反応 ウ：高く エ：低い
- ② ア：固液分離 イ：生物反応 ウ：高く エ：高い
- ③ ア：固液分離 イ：生物反応 ウ：低く エ：高い
- ④ ア：生物反応 イ：固液分離 ウ：低く エ：低い
- ⑤ ア：生物反応 イ：固液分離 ウ：高く エ：高い

正解は②

一段消化は、汚泥消化タンクで固液分離を行わず生物反応のみを行う方式であり（ア＝固液分離、イ＝生物反応）、二次タンクからの脱離液が発生しない。固液分離が脱水設備のみで行われるため、二段消化に比べてシステム全体の固形物回収率が高くなり（ウ＝高く）、返流水として水処理施設へ戻る負荷が軽減される。

また、あらかじめ濃縮した高濃度の汚泥を投入できるため（エ＝高い）、同じ固形物量に対する投入汚泥量を少なくでき、消化タンクの容量や加温熱量を抑えられる。

したがって②の組合せが正しい。

Ⅲ－34 下水道における水質試験項目に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① BOD は、水中に含まれる有機物質が、溶存酸素が十分存在し 20℃で 5 日間の条件下で、嫌気性微生物の働きによって分解されるときに消費される酸素量を mg/L で表している。
- ② SS は、流入下水、処理水等を一定規格のろ紙（孔径 $1\mu\text{m}$ ）でろ過したとき、ろ紙を通過する物質のことをいい、水中に懸濁する物質を意味する。
- ③ pH は、水中の水素イオン濃度の逆数の常用対数で表される。流入下水は、多くの場合、中性又は微アルカリ性で安定している。反応タンク内で硝化反応が進行した場合、硝化反応に伴うアルカリ度消費によって pH 値が 6.0 前後まで低下することがある。
- ④ アルカリ度とは、水中に含まれている炭酸塩、炭酸水素塩、又は水酸化物等のアルカリ成分を、所定の pH まで中和するに要する酸の量を、これに対応する炭酸カルシウム (CaCO_3) の濃度 (mg/L) で表したものである。アルカリ度は、硝化反応により生成され、脱窒反応により消費される。
- ⑤ 大腸菌群は、グラム陽性の短桿菌で乳糖を分解してアルカリとガスを発生する通性嫌気性の細菌群をいう。

正解は③

pH は水中の水素イオン濃度の逆数の常用対数で表される。流入下水は多くの場合中性又は微アルカリ性で安定しているが、反応タンク内で硝化反応が進行するとアルカリ度が消費されて pH 値が 6.0 前後まで低下することがあるので、③が正しい。

- ①：×BOD は好気性微生物の働きによって有機物が分解されるときに消費される酸素量である。嫌気性微生物ではない。
- ②：×SS は、一定規格のろ紙（孔径 $1\mu\text{m}$ ）でろ過したときにろ紙を通過せず「ろ紙上に残留する」物質をいう。
- ④：×アルカリ度は、硝化反応により消費され、脱窒反応により生成される。記述は生成と消費が逆である。
- ⑤：×大腸菌群は、グラム陰性の無芽胞桿菌で、乳糖を分解して「酸」とガスを発生する通性嫌気性の細菌群である。グラム陽性でもアルカリを発生するものでもない。

Ⅲ－35 合流式下水道改善対策として設置される雨水滞水池に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 雨水吐、分水施設、ポンプ場及び処理場付近等に設置し、雨水吐等から公共用水域に排出される雨天時の汚濁負荷量を有効に削減できる容量とする。
- ② 構造形式は、地下式（箱型、地下間隙型、管きょ型）、掘込み式及びダム式を標準とする。
- ③ 貯留した下水は、全量を処理場へ送水することを原則とし、時間当たりの送水量は、処理場までの管きょ能力及び処理場の処理能力の範囲内で定める。
- ④ 容量は、各地方公共団体が定める合流改善計画に基づくものとし、雨天時放流負荷量の削減目標、放流先水域の状況、管きょの流下能力や処理場の処理能力、地形等を考慮して算定する。
- ⑤ 貯留した雨水の排水後に土砂等の堆積物等を放置すると、腐敗して臭気の原因となるため、使用するたびに堆積物を除去し、清掃することが望ましい。

正解は②

雨水滞水池の構造形式は、設置場所の制約から地下式（箱型、地下間隙型、管きょ型）及び掘込み式を標準とする。ダム式は貯水ダムの形式であって、都市域に設ける雨水滞水池の標準的な構造形式には含まれないので、記述は不適切である。

- ③：○貯留した下水は全量を処理場へ送水することを原則とし、時間当たりの送水量は処理場までの管きょ能力及び処理場の処理能力の範囲内で定めるという記述で正しい。