

専門科目（上下水道部門）	2021（R3）	問題・正解と解説
--------------	----------	----------

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 令和元年 10 月 1 日に施行された水道法の一部を改正する法律における、関係者の責務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。

国は、水道の [ア] に関する基本的かつ総合的な施策を策定し、及びこれを推進するとともに、都道府県及び市町村並びに水道事業者及び水道用水供給事業者に対し、必要な技術的及び財政的な援助を行うよう努めなければならない。

都道府県は、その区域の [イ] に応じて、その区域内における市町村の区域を超えた広域的な水道事業者等の間の [ウ] その他の水道の [ア] に関する施策を策定し、及びこれを実施するよう努めなければならない。

市町村は、その区域の [イ] に応じて、その区域内における水道事業者等の間の [ウ] その他の水道の [ア] に関する施策を策定し、及びこれを実施するよう努めなければならない。

水道事業者等は、その経営する事業を適正かつ能率的に運営するとともに、その事業の [ア] に努めなければならない。

- ① ア：基盤の強化 イ：財政的諸条件 ウ：連携等の推進
- ② ア：持続的な経営 イ：財政的諸条件 ウ：予防保全型管理
- ③ ア：基盤の強化 イ：自然的社会的諸条件 ウ：予防保全型管理
- ④ ア：持続的な経営 イ：財政的諸条件 ウ：連携等の推進
- ⑤ ア：基盤の強化 イ：自然的社会的諸条件 ウ：連携等の推進

正解は⑤

平成 30 年に改正され令和元年 10 月 1 日に施行された水道法は、水道の「基盤の強化」を法の目的に据えた（ア）。

第二条の二の関係者の責務規定では、都道府県及び市町村は、その区域の「自然的社会的諸条件」に応じて（イ）、水道事業者等の間の「連携等の推進」その他の施策を策定・実施するよう努めることとされている（ウ）。

したがって⑤の組合せが正しい。

Ⅲ－2 上水道の基本計画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。

- (1) 計画年次：基本計画において対象となる期間であり，計画策定時より〔ア〕年程度を標準とする。
- (2) 計画給水区域：計画年次までに〔イ〕を布設し，給水しようとする区域であり，広域的な配慮のもとに決定する。
- (3) 計画給水人口：計画給水区域内人口に〔ウ〕を乗じて決定する。
- (4) 計画給水量：原則として〔エ〕を基に決定する。

- ① ア：30～50 イ：給水管 ウ：計画有効率 エ：用途別使用水量
- ② ア：10～20 イ：配水管 ウ：計画給水普及率 エ：計画取水量
- ③ ア：30～50 イ：配水管 ウ：計画有効率 エ：用途別使用水量
- ④ ア：10～20 イ：配水管 ウ：計画給水普及率 エ：用途別使用水量
- ⑤ ア：10～20 イ：給水管 ウ：計画有効率 エ：計画取水量

正解は④

上水道の基本計画では、計画年次は計画策定時から 10～20 年程度を標準とする（ア）。将来の不確実性が大きいので、これを超える長期を標準とはしない。

計画給水区域は、計画年次までに配水管を布設して給水しようとする区域である（イ。給水管は各戸への引込管であって区域を画するものではない）。

計画給水人口は、計画給水区域内人口に計画給水普及率を乗じて求める（ウ）。

計画給水量は、原則として用途別使用水量（生活用、業務営業用、工場用等）を基に決定する（エ。計画取水量は計画給水量から導かれる量であって、逆ではない）。

したがって④の組合せが正しい。

Ⅲ－３ 水源水質に関する次の記述のうち、適切なものの数はどれか。

- (ア) 湖沼や貯水池で水温成層が形成されると、表層では障害となる藻類が発生しやすくなる一方、下層では無酸素化が生じ、鉄、マンガンなどの沈殿が起きる。
- (イ) 選択取水とは、取水口（放流口）を水深によって選択することにより、洪水後の濁水や藻類による異臭味水などの水質障害を避ける方法で、水温成層が形成されているときに効果的である。
- (ウ) 河床に付着藻類が繁殖した河川や停滞水域を持つ河川では、藻類の光合成によって水中の炭酸イオンが消費され、pH 値が著しく低下することがある。
- (エ) 地下水は汚染の機会が少ないが、トリクロロエチレンやテトラクロロエチレン、酢酸セルロース、オイル、ワックス、1,4-ジオキサンなどによる地下水汚染が問題となっている。

- ① 0
② 1
③ 2
④ 3
⑤ 4

正解は③

適切なものは（イ）と（エ）の 2 つであるから、③が正しい。

- (ア) : ×水温成層が形成されると下層は無酸素化し、底泥から鉄、マンガンなどが還元されて水に溶け出す。すなわち「溶出」であって「沈殿」ではない。
- (イ) : ○選択取水は取水する水深を選ぶことで濁水や異臭味水を避ける方法であり、水深方向に水質差が生じる水温成層の形成時に効果的である。
- (ウ) : ×藻類の光合成により水中の二酸化炭素（遊離炭酸）が消費されると、pH 値は著しく上昇する。「低下」ではない。
- (エ) : ○トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、1,4-ジオキサン等による地下水汚染は実際に問題となっている。

Ⅲ－４ 地下水に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 上水道事業と水道用水供給事業の年間取水量のうち、地下水の割合は 1/4～1/5 程度である。
- ② 不圧地下水は、帯水層が難透水性の地層に挟まれており、その取水施設を深井戸という。
- ③ 海岸に近い地域の地下水の取水は、塩水化のおそれがあるため、揚水水位を海水面付近まで下げないような十分な配慮が必要である。
- ④ 地下水は、汚染された場合、人為的に回復することは難しい。
- ⑤ 地質的な自然由来や汚水の地下浸透によって、地下水には硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素が含まれる場合がある。

正解は②

帯水層が上下を難透水性の地層に挟まれ、圧力を受けている地下水は被圧地下水であり、これを取水する管井戸が深井戸である。不圧地下水は、地表からの浸透水が自由水面をもって存在する浅い地下水で、その取水施設は浅井戸である。したがって記述は不圧地下水と被圧地下水を取り違えており不適切である。

- ③ : ○海岸に近い地域では過剰な揚水により塩水が侵入するおそれがあるため、揚水水位を海水面付近まで下げないよう配慮が必要であるという記述で正しい。

Ⅲ－5 上水道の傾斜板（管）式沈殿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 水平流式の傾斜板等の沈降装置を設置する場合の表面負荷率は、4～9mm/min を標準とする。
- ② 傾斜板等の沈降装置の傾斜角は、60° を標準とする。
- ③ 上向流式の傾斜板等の沈降装置を設置する場合には、装置の段数は2段を標準とする。
- ④ 水平流式の傾斜板等の沈降装置を設置する場合には、池内の平均流速は0.6m/min 以下を標準とする。
- ⑤ 水平流式の傾斜板等の沈降装置を設置する場合には、装置の下端と池底との間隔は、1.5m 以上を標準とし、装置の端と沈殿池の流入部壁及び流出部壁との間隔も、それぞれ1.5m 以上を標準とする。

正解は③

上向流式の傾斜板等の沈降装置を設置する場合、装置の段数は1段を標準とする。多段にすると下段で分離した汚泥の排出が阻害されるためである。「2段を標準とする」とする記述は不適切である。

- ②：○傾斜板等の沈降装置の傾斜角は、堆積した汚泥が自重で滑り落ちるよう60°を標準とするという記述で正しい。
- ④：○水平流式で沈降装置を設置する場合の池内の平均流速は0.6m/min 以下を標準とするという記述で正しい。

Ⅲ－6 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 一般的に、濁質当たりの凝集剤量（ALT比）の高いフロックは強度が低い。
- ② 通常の単層ろ層を上向流でろ過する方法（上向流ろ過）には、ろ過速度を大きくするとろ層が膨張して濁質が漏洩する欠点がある。
- ③ 原水中の懸濁物質を薬品によって凝集させた後、粒状層に比較的速い流速で水を通し濁質を除去する役割を果たす。
- ④ 砂だけをろ材とする単層ろ過池では、ろ材の粒径分布幅を大きくすることにより、ろ層内部の抑留容量を十分に利用することができる。
- ⑤ 粒径と空隙率を水流方向に向かって、徐々に小さくなるようなろ層構成とすることで、高度の除濁能力と大量の抑留機能を合わせ持つことができる。

正解は④

砂だけをろ材とする単層ろ過池では、ろ材の粒径分布幅を小さく（粒径をそろえて均等係数を小さく）することにより、ろ層の深さ方向全体で濁質を抑留する内部ろ過が働き、ろ層内部の抑留容量を十分に利用できる。粒径分布幅が大きいと、逆流洗浄後に細かい砂が上層に集まって表面ろ過となり、表層だけで目詰まりするので、記述は不適切である。

- ⑤：○粒径と空隙率が水流方向に向かって徐々に小さくなるろ層構成（多層ろ過）とすることで、高い除濁能力と大量の抑留機能を併せもつことができるという記述で正しい。

Ⅲ－７ 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 塩素剤は、通常消毒の目的でろ過後に注入されるが、前塩素・中間塩素処理では、鉄、マンガン、アンモニア態窒素などの処理の目的でも行われる。
- ② 次亜塩素酸ナトリウムの有効塩素は、液化塩素と同等である。
- ③ 次亜塩素酸ナトリウムの有効塩素濃度は貯蔵中に低下するが、液温が高い場合、より低下が進む。
- ④ 給水栓水中で保持すべき残留塩素濃度は、遊離残留塩素で 0.1mg/L （結合残留塩素で 0.4mg/L ）以上とされている。
- ⑤ 次亜塩素酸と次亜塩素酸イオンの存在比は、 pH 値が低くなるほど次亜塩素酸の占める割合が高くなるので、 pH 値が高いほど消毒効果は大きい。

正解は⑤

水中の塩素は pH が低いほど消毒力の強い次亜塩素酸 (HClO) として存在する割合が高くなり、 pH が高くなるほど消毒力の弱い次亜塩素酸イオン (ClO^-) の割合が増える。したがって消毒効果は pH 値が低いほど大きい。記述は前半で「 pH 値が低くなるほど次亜塩素酸の占める割合が高くなる」と正しく述べながら、結論を「 pH 値が高いほど消毒効果は大きい」と逆にしており不適切である。

①：○塩素剤は通常ろ過後に消毒目的で注入されるが、前塩素・中間塩素処理では鉄、マンガン、アンモニア態窒素などの処理を目的として注入されるという記述で正しい。

Ⅲ－８ 活性炭に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 活性炭の内部は、 $10^{-5}\sim 10^{-7}\text{m}$ ($10\mu\text{m}\sim 100\text{nm}$) 程度の直径を持つマクロ孔が立体的に迷走しており、マクロ孔壁にはさらに $10\sim 0.1\text{nm}$ 程度のミクロ孔が配置している。
- ② 一般に、疎水性が強く、分子量が大きい物質ほど活性炭に吸着されやすい。また、水に溶けやすく、分子量が小さい物質は、活性炭に吸着されにくい傾向がある。
- ③ 活性炭の吸着能力は、活性炭の種類や被吸着物質によって異なるのみならず、原水の水温、 pH 値あるいは共存物質によっても変わってくる。一般に pH 値が酸性側にある方が、また温度が低い方が吸着量は増大する。
- ④ 一定温度において活性炭と被吸着物質を含む水とを接触させ、平衡状態に達したときの液中の被吸着物質の濃度とその濃度に対する活性炭吸着量との関係を表したものを吸着等圧線という。
- ⑤ 粒状活性炭処理において、固定層への通水量あるいは通水時間を横軸にとり、流出水中の被吸着物質濃度を縦軸にとった濃度変化図を破過曲線と呼ぶ。通常、流出濃度が処理目標値に達した点を破過点とする。

正解は④

一定温度のもとで活性炭と被吸着物質を含む水とを接触させ、平衡に達したときの液中濃度と活性炭吸着量との関係を表したものは吸着等温線である。「吸着等圧線」は用語の誤りであり不適切である。吸着等温線の整理にはフロイントリッヒ式やラングミュア式が用いられる。

②：○疎水性が強く分子量が大きい物質ほど吸着されやすく、水に溶けやすく分子量の小さい物質は吸着されにくいという記述で正しい。

⑤：○通水量又は通水時間を横軸、流出水中の被吸着物質濃度を縦軸にとった図を破過曲線といい、流出濃度が処理目標値に達した点を破過点とするという記述で正しい。

Ⅲ－9 水道施設におけるオゾン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 オゾン処理は、既に生成しているトリハロメタンの低減に効果がある。
- ② オゾン処理では、難分解の有機物の生物分解性を増大させる。
- ③ オゾン処理設備の後段に、粒状活性炭処理設備を設置することとされている。
- ④ 原水中に臭化物イオンが存在する場合、オゾン処理により臭素酸が生成される。
- ⑤ オゾンは、大気に放出されると非常に強い粘膜刺激作用を示し、濃度によっては健康上の影響が生じるので、適切に排オゾン処理を行う必要がある。

正解は①

オゾンは強い酸化力をもつが、既に生成しているトリハロメタン（クロロホルム等）を分解して低減する効果は期待できない。オゾン処理に期待されるのは、塩素注入前に前駆物質を分解しておくことによるトリハロメタンの「生成抑制」である。したがって記述は不適切である。

④：○原水中に臭化物イオンが存在する場合、オゾン処理により臭素酸が生成されるという記述で正しく、オゾン処理を採用する際の留意点となる。

Ⅲ－10 上水施設の管網計算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。

管網計算の計算手法には大別して流量法とエネルギー位法がある。流量法は管路の流量を未知数として、管網を閉管路の集合体とみなし、閉管路ごとの〔ア〕の総和が0になるよう流量を仮定しながら計算を繰り返し、所定精度の流量を求めるもので、〔イ〕法がこれに当たる。エネルギー位法は、節点のエネルギー位を未知数として、各節点の流量条件を満足させるエネルギー位を求める方法で、流量法に比べ汎用性が〔ウ〕。

- ① ア：損失水頭 イ：ハーディー・クロス ウ：高い
- ② ア：圧力水頭 イ：ダイクストラ ウ：高い
- ③ ア：位置水頭 イ：ハーディー・クロス ウ：低い
- ④ ア：損失水頭 イ：ダイクストラ ウ：低い
- ⑤ ア：位置水頭 イ：ハーディー・クロス ウ：高い

正解は①

流量法は、管路の流量を未知数とし、管網を閉管路（ループ）の集合体とみなして、各閉管路を一周したときの損失水頭の総和が0になるよう流量の仮定と補正を繰り返す方法で（ア＝損失水頭）、ハーディー・クロス法がこれに当たる（イ）。

エネルギー位法は、各節点のエネルギー位を未知数として節点での流量の連続条件を満たす解を求める方法で、ループを構成しない管網にも適用できることから流量法に比べ汎用性が高い（ウ）。

したがって①の組合せが正しい。なお、ダイクストラ法はグラフ理論における最短経路探索の手法であって管網計算の手法ではない。

Ⅲ－11 給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 直管換算長とは、給水用具等による損失水頭に相当する摩擦損失水頭を生じさせる同口径の直管の長さをいう。
- ② 給水管の摩擦損失水頭の計算は、管径が 50mm 以下の場合、ウエストン公式を使用する。
- ③ 給水管の管径は、配水管の計画最大動水圧時に計画使用水量を十分に供給できる大きさとする。
- ④ 給水管の損失水頭の主なものは、管の摩擦損失水頭、メーター、給水用具類及び管継手部によるものである。
- ⑤ 給水管は耐久性、強度に優れ、かつ水質に影響を及ぼさないものを使用する。特に給水管の接合部は、弱点となりやすいため、継手は簡単で確実な構造、機能とする。

正解は③

給水管の管径は、配水管の水圧が最も低くなる状態、すなわち計画最小動水圧時においても計画使用水量を十分に供給できる大きさとする。最大動水圧時を基準にすると、水圧が低下したときに所要の水量を確保できないので、記述は不適切である。

②：○給水管の摩擦損失水頭の計算は、管径 50mm 以下の場合にはウエストン公式を用いるという記述で正しい（50mm を超える場合はヘーゼン・ウィリアムス公式等を用いる）。

Ⅲ－12 上水道施設の計画・設計段階における、ポンプのキャビテーション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 両吸込形のポンプを採用する。
- ② 吸込側のバルブを絞り、流量を制御する。
- ③ ポンプの据付位置をできるだけ下げる。
- ④ 吸込管の口径はできるだけ大きくする。
- ⑤ ポンプの回転速度を低くする。

正解は②

キャビテーションは、ポンプの吸込側で圧力が飽和蒸気圧以下に低下することにより生じる。吸込側のバルブを絞ると、その損失水頭の分だけ吸込側の圧力がさらに低下し、利用できる有効吸込水頭（NPSH_{av}）が小さくなるため、かえってキャビテーションを助長する。したがって対策として挙げるのは不適切である。流量制御は吐出し側のバルブ又は回転速度制御で行う。

③：○ポンプの据付位置をできるだけ下げる（吸込実揚程を小さくする）ことは、有効吸込水頭を大きくするのでキャビテーション対策として正しい。

⑤：○回転速度を低くすると必要有効吸込水頭が小さくなるため、キャビテーション対策として正しい。

Ⅲ－13 浄水施設の維持管理に当たって、自然災害のリスクへの対応に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 地震による一部の被害で生じた影響が浄水場全体の運転に波及しないよう、停電対策、重要施設の複数系統化等、場内の施設・設備全体を視野に入れた、きめ細かな地震リスク対策を確立しておくことが必要である。
- ② 瞬時の停電も許されない水の管理・運用のための情報処理装置などには、非常用発電設備を設置する。
- ③ 火山灰が浄水施設に降灰する場合は、浄水処理の悪化が懸念されるため、沈殿池及びろ過池等を臨時に覆うシート等を準備する。
- ④ 豪雨時において浄水場内の排水管に土砂、ごみ等が堆積していた場合、排水しきれず、浄水施設に浸水被害をもたらすおそれがあるため、雨水排水路等の清掃や排水ポンプの試運転を定期的に行う必要がある。
- ⑤ 雪害には、交通障害による薬品類の搬入の遅れなどがあるので、薬品貯留槽の適切な容量の検討を行う。

正解は②

瞬時の停電も許されない情報処理装置等には、無停電電源装置（UPS）を設置する。非常用発電設備は起動から受電までに時間を要するため、瞬時停電を防ぐことはできない。したがって記述は不適切である。

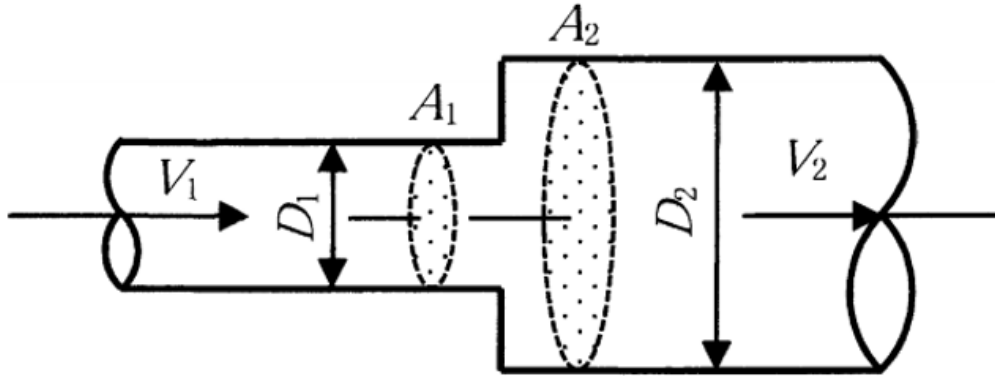
③：○火山灰の降灰は浄水処理の悪化を招くため、沈殿池及びろ過池等を臨時に覆うシート等を準備するという記述で正しい。

⑤：○雪害による交通障害で薬品類の搬入が遅れることがあるため、薬品貯留槽の容量について適切な検討を行うという記述で正しい。

Ⅲ－14 図のような連結管の急拡大による断面変化における一般的な損失水頭に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。ただし、水は図の左から右に向けて流れており、また、

V_1 , V_2 : 急拡大前後の管内流速 [m/s]

A_1 , A_2 : 急拡大前後の管断面積 [m²] ($A_1 < A_2$) D_1 , D_2 : 急拡大前後の管径 [m] ($D_1 < D_2$) とする。



- ① 損失水頭は V_1 に比例する。
- ② D_1/D_2 が大きくなるほど損失水頭は大きくなる。
- ③ 損失水頭は D_2 と D_1 , 又は A_2 と A_1 との比には関係なく決まる。
- ④ A_2/A_1 が大きくなるほど損失水頭は小さくなる。
- ⑤ 損失水頭は $V_1 - V_2$ の 2 乗に比例する。

正解は⑤

急拡大部の損失水頭は、ボルダ・カルノーの式により次式で表される。

$$h_f = (V_1 - V_2)^2 / 2g$$

すなわち損失水頭は急拡大前後の流速差 ($V_1 - V_2$) の 2 乗に比例するので、⑤が正しい。

- ① : ×損失水頭は V_1 の 1 乗ではなく、流速差の 2 乗に比例する。
- ② : ×連続の式より $V_2 = V_1 \times (A_1/A_2)$ であるから、 $h_f = (V_1^2 / 2g) \times (1 - A_1/A_2)^2$ となる。 D_1/D_2 が大きくなるほど (面積比 $A_1/A_2 = (D_1/D_2)^2$ も大きくなり) 流速差は小さくなり、損失水頭は小さくなる。
- ③ : ×上式のとおおり、損失水頭は D_2 と D_1 (A_2 と A_1) の比によって変化する。
- ④ : × A_2/A_1 が大きくなるほど V_2 は小さくなって流速差が大きくなるので、損失水頭は大きくなる。

Ⅲ－15 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 加圧脱水の前処理として消石灰を注入した場合には、脱水効率はよくなるが、発生ケーキ量が増加するほか、発生ケーキの pH が低くなり、管理型の最終処分場での廃棄が必要となる。
- ② 排水処理施設のフローは、調整、濃縮、脱水、乾燥、処分のフローの全部、又は一部をもって構成される。
- ③ 回分式濃縮槽は、スラッジが間欠的に排出される場合や処理すべきスラッジが少量の場合に用いる方式である。水位変動が大きいため、可動式の上澄水取り出し装置が必要だが、一般的に運転管理が容易である。
- ④ 焼成は、スラッジに高熱を加えて、スラッジ中の有害成分を無害化するために行う。生成物は、コンクリート人工骨材、埋戻し用砂、路盤材、緑農地資材等に有効活用可能である。
- ⑤ セメント製造原料の 1 つである天然の粘土原料の代替としてケーキを利用する場合には、原料粘土の化学成分に近いことが望ましいが、ある程度組成範囲をはずれても他原料と組み合わせで調合使用することができる。

正解は①

消石灰（水酸化カルシウム）はアルカリ性であるから、加圧脱水の前処理として注入すると発生ケーキの pH は高くなる。「pH が低くなる」とする記述は不適切である。なお、脱水効率が向上する一方で発生ケーキ量が増加すること、pH が高くなるため処分方法に配慮が必要となることは正しい。

③：○回分式濃縮槽は、スラッジが間欠的に排出される場合や少量の場合に用いられ、水位変動が大きいため可動式の上澄水取り出し装置が必要であるという記述で正しい。

Ⅲ－16 水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針による、水道原水がクリプトスポリジウム等により汚染のおそれがある場合の水質管理に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① クリプトスポリジウム等は結合塩素では容易に不活化できないため、遊離塩素による消毒を行うための適切な設備を整備する必要がある。
- ② クリプトスポリジウム等の除去又は不活化のために必要な施設が整備された後は、浄水中のクリプトスポリジウム等及び指標菌の検査のみ実施する。
- ③ ろ過池等の出口の濁度を 0.1 度以下に維持する場合、ろ過池等の出口の水の濁度はろ過池等ごとに測定することとするが、不可能な場合は、処理系統ごとに測定することとする。
- ④ 水道原水が地表水、地表水以外であるかに関係なく、ろ過池等の出口の濁度を 0.1 度に維持することが可能なろ過設備を必ず整備しなければならない。
- ⑤ 原水が低濁度である場合は、急速砂ろ過池でろ過するのみでクリプトスポリジウム等を含めコロイド・懸濁物質が十分に除去できるので、急速ろ過法においては凝集剤を加えなくてもよい。

正解は③

ろ過池等の出口の濁度を 0.1 度以下に維持する場合、濁度はろ過池等ごとに測定することを原則とし、構造上それが不可能な場合には処理系統ごとに測定することとされている。したがって③が正しい。

- ①：×クリプトスポリジウム等のオーシストは塩素に強い耐性を持ち、遊離塩素によっても実用的な条件では不活化できない。対策の柱はろ過による除去又は紫外線処理による不活化であって、遊離塩素消毒設備の整備ではない。
- ②：×施設整備後も、ろ過池等の出口濁度の常時把握など日常的な運転管理・監視が必要である。浄水中のクリプトスポリジウム等及び指標菌の検査のみを行えばよいというものではない。
- ④：×対応措置は、原水の種類や指標菌の検出状況に基づく汚染のおそれのレベル区分に応じて選択される。ろ過設備のほか紫外線処理設備を設置する方法も認められており、原水の種類に関係なく必ずろ過設備を整備しなければならないわけではない。
- ⑤：×急速ろ過法では、原水の濁度の高低にかかわらず凝集剤を用いて濁質を凝集させることが前提である。凝集剤を用いなければコロイドや懸濁物質、クリプトスポリジウム等の確実な除去はできない。

Ⅲ－17 水道水質の農薬に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 対象農薬リストに掲載されている農薬類は、全種類を測定するのが原則である。
- ② 農薬類は水質管理目標設定項目に位置づけられており、令和 3 年 4 月 1 日適用で 114 種が対象農薬リストとして掲載されている。
- ③ 有機リン系農薬であるダイアジノン は原体のみならず、そのオキシソンの濃度も測定し、原体の濃度とオキシソン濃度を原体に換算した濃度を合計して算出する。
- ④ 農薬類は、検出値と目標値の比の和として、1 を超えないこととする総農薬方式が適用されている。
- ⑤ 農薬類のうち、水質基準への分類要件に適合する農薬については、個別に水質基準を設定することになっている。

正解は①

対象農薬リストに掲載されている農薬類は、その地域における使用実態や水源の状況等を踏まえ、検出される可能性の高いものを水道事業者が選定して測定するものである。全種類を一律に測定するのが原則ではないので、記述は不適切である。

- ③：○ダイアジノンのような有機リン系農薬は、原体のほかオキシソンの濃度も測定し、オキシソン濃度を原体に換算して合計するという記述で正しい。
- ④：○農薬類には、検出値と目標値の比の和が 1 を超えないこととする総農薬方式が適用されるという記述で正しい。

Ⅲ－18 下水道計画の基本方針に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 水質環境基準が定められている水域に係る下水道計画は、水質環境基準の達成を目的として、下水道法に基づき国が定める流域別下水道整備総合計画に適合したものでなければならない。
- ② 下水道計画は、市街地、農山漁村など全域で計画的、かつ効率的な污水处理施設の整備を推進するために、都道府県が市町村と連携して作成する都道府県構想と整合を図るものとする。
- ③ 汚泥の処理に関する計画は、汚泥の性状と地域の実情を考慮し、資源・エネルギーの積極的な利活用・再生を図ることとする。また、汚泥の安定化、減量化を図るとともに、費用対効果やリスク分散等にも配慮しつつ、集約化等による効率的な処理に努める。
- ④ 下水道の雨水排除計画は、対象地域の河川、農業用排水路、その他の排水路等を考慮するとともに、雨水流出抑制手法を取り入れる等、効率化に努めるものとする。
- ⑤ 下水道施設の改築は、持続可能な下水道事業の実現を目的に、下水道施設全体を対象にその状況を客観的に把握・評価し、長期的な施設の状態を予測しながら、点検・調査、修繕・改築を一体的に捉えて計画的かつ効率的に実施するストックマネジメントの一環として実施する。

正解は①

流域別下水道整備総合計画（流総計画）は、下水道法第 2 条の 2 に基づき都道府県が定める計画である。「国が定める」とする点が不適切である。

②：○都道府県構想は、污水处理施設の効率的な整備を推進するために都道府県が市町村と連携して作成するもので、下水道計画はこれと整合を図る必要があるという記述で正しい。

Ⅲ－19 下水道の計画汚水量に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 合流式下水道における雨天時計画汚水量は、雨天時計画時間最大汚水量に遮集雨水量を加えたものとする。
- ② 分流式下水道における雨天時浸入水量は、計画区域の雨天時浸入水の実績を調査して定める。
- ③ 観光汚水量は、日帰り客と宿泊客に分けて推定する。このとき、汚水量の季節、週間、日間等の変動を十分に把握する。
- ④ 地下水量は、実績値の推移等をもとに求める。ただし、実績値等からの推定が困難な地域については、生活汚水量と営業汚水量の和に対する日最大汚水量の 10～20%を見込むことができる。
- ⑤ 生活汚水量は、一般家庭から排水される汚水量であり、水道計画等により定める 1 人 1 日給水量を基に 1 人 1 日生活汚水量を算定し、1 人 1 日生活汚水量に計画人口を乗じることにより求める。

正解は①

合流式下水道における雨天時計画汚水量は、晴天時における「計画時間最大汚水量」に遮集雨水量を加えたものであり、一般に計画時間最大汚水量の 3 倍以上とする。加える元となる量を「雨天時計画時間最大汚水量」とする記述は、定義しようとしている量自体を定義に用いており誤りである。

④：○地下水量は実績値の推移等をもとに求め、推定が困難な地域については生活汚水量と営業汚水量の和に対する日最大汚水量の 10～20%を見込むことができるという記述で正しい。

Ⅲ－20 雨水管理計画における計画降雨に対応する施設計画に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 新設する管きょでは、計画上やむを得ず圧力状態になる場合や段階的整備期間などの特別な場合を除き、基本的に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。
- ② 雨水貯留管では、管きょ内の空気溜まりの移動や、特殊マンホール部における急激な水位上昇により、強い圧力を持つ空気が噴出する場合があるため、排気計画を検討する必要がある。
- ③ 管きょは、雨水が適正な流速で支障なく流下するように、その断面積、断面形状、勾配等を定め、管きょ内に沈殿物が堆積しないように配慮する必要がある。特に、管きょを雨水貯留管として計画する場合には、沈殿物への対策を考慮する。
- ④ 自然排水、ポンプ排水等で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。また、ポンプ排水区域とすべきであるが、ポンプ場用地の確保が困難で自然流下とせざるを得ない場合は、貯留管方式とすることが有効である。
- ⑤ 雨水貯留のうち、オンサイト貯留は、集水域がオフサイト貯留よりも広くなるので、施設規模はオンサイト貯留施設の方が大きくなることが多い。

正解は⑤

オンサイト貯留は、雨水が降った場所（各戸・各敷地、校庭、公園等）でそのまま貯留・浸透させる方式であるから、1施設当たりの集水域はオフサイト貯留（調整池等、広い区域の雨水を集めて貯留する方式）より狭く、施設規模も小さくなることが多い。記述は集水域と施設規模の大小がいずれも逆であり不適切である。

②：○雨水貯留管では空気溜まりの移動や急激な水位上昇に伴う空気の噴出のおそれがあるため排気計画の検討が必要であるという記述で正しい。

Ⅲ－21 雨水排除のため下水道管きょの布設が計画されている排水区域において、管きょが受け持つ排水面積が2.4ha、流出係数が0.6であるとき、合理式による最大計画雨水流出量[m³/s]に最も近い値はどれか。ただし、流入時間は7min、流下時間は3minとし、また、降雨強度式は、式1で計画されているものとする。

$I = 6,600 / (t + 50)$ …式1I：流達時間（t）における降雨強度[mm/h]，t：流達時間[min]

- ① 0.11 [m³/s]
- ② 0.22 [m³/s]
- ③ 0.33 [m³/s]
- ④ 0.44 [m³/s]
- ⑤ 0.66 [m³/s]

正解は④

合理式による最大計画雨水流出量は、次式で求める。

$Q = (1/360) \times C \times I \times A$ （Q：流出量[m³/s]、C：流出係数、I：降雨強度[mm/h]、A：排水面積[ha]）
まず流達時間を求める。

t = 流入時間 7min + 流下時間 3min = 10min

式1に代入して降雨強度を求める。

$I = 6,600 / (10 + 50) = 110 \text{ mm/h}$

したがって

$Q = (1/360) \times 0.6 \times 110 \times 2.4 = 0.44 \text{ m}^3/\text{s}$

となり、④が正しい。

Ⅲ－22 標準活性汚泥法における最初沈殿池と最終沈殿池を設計するに当たり、次の記述のうち、両方の池で同一でないものはどれか。

- ① 形状は、長方形、正方形又は円形とし、形状に応じて平行流又は放射流とする。
- ② 構造は、堅固で耐久力を有する水密な鉄筋コンクリート造り等とし、浮力に対して安全な構造とする。
- ③ 汚泥ホップの勾配は、60 度以上とする。
- ④ 水面積負荷は、計画 1 日最大汚水量に対して $20\sim 30\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ を標準とする。
- ⑤ 池には、スカム除去装置を設ける。

正解は④

水面積負荷は、最初沈殿池では計画 1 日最大汚水量に対して $35\sim 70\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ 、最終沈殿池では $20\sim 30\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ を標準とし、両池で値が異なる。最終沈殿池は活性汚泥フロックという軽く沈降しにくい粒子を分離するため、小さい水面積負荷（すなわち大きい池面積）を必要とする。したがって④が「両方の池で同一でないもの」である。

③：○汚泥ホップの勾配は、最初沈殿池・最終沈殿池とも 60 度以上とする。

⑤：○スカム除去装置は、最初沈殿池・最終沈殿池のいずれにも設ける。

Ⅲ－23 嫌気無酸素好気法の特徴に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 雨水の流入がりん除去性能に及ぼす影響は小さい。
- ② 水温がりん除去性能に及ぼす影響は小さい。
- ③ 最終的なりん除去量は、余剰汚泥量と余剰汚泥のりん含有率により定まる。
- ④ 生物学的りん除去プロセスと生物学的窒素除去プロセスを組合せた処理法である。
- ⑤ 硝化細菌の系内保持のために、SRT（固形物滞留時間）又は ASRT（好氣的固形物滞留時間）を長く保つ必要がある。

正解は①

嫌気無酸素好気法は、嫌気タンクで汚泥からりんを放出させ、好気タンクでこれを過剰に摂取させて、りんを含む余剰汚泥として系外に引き抜くことでりんを除去する。雨水が流入すると流入水が希釈され、りんの放出に必要な有機物（揮発性脂肪酸等）が不足するため、りん除去性能は大きく低下する。「影響は小さい」とする記述は不適切である。

②：○生物学的りん除去は、硝化に比べると水温の影響を受けにくいという記述で正しい。

③：○りん除去量は余剰汚泥量と余剰汚泥のりん含有率の積で定まるという記述で正しい。

Ⅲ－24 標準活性汚泥法における下水処理において、反応タンク内の MLSS 濃度が 2,000mg/L、汚泥返送比が 0.5 のとき、返送汚泥の SS 濃度に最も近い値はどれか。ただし、反応タンクに流入する SS 濃度は考慮しなくてよい。

- ① 1,000mg/L
- ② 2,500mg/L
- ③ 4,000mg/L
- ④ 6,000mg/L
- ⑤ 7,500mg/L

正解は④

反応タンクにおける固形物の物質収支から、返送汚泥の SS 濃度 X_r は次のように求められる。

返送比 $R = \text{返送汚泥量} / \text{流入水量} = 0.5$

反応タンクへ入る固形物量と出る固形物量が等しいとすると

$$MLSS \times (1 + R) = X_r \times R$$

$$X_r = MLSS \times (1 + R) / R = 2,000 \times (1 + 0.5) / 0.5 = 2,000 \times 3 = 6,000 \text{mg/L}$$

したがって④が正しい。返送比が小さいほど、返送汚泥を濃く濃縮する必要があることがわかる。

Ⅲ－25 標準活性汚泥法における反応タンクの設計に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① タンクの幅は、標準式の場合は水深の 1~2 倍、深槽式の場合は水深と同程度とする。
- ② 短絡流の防止、バルキング対策としての反応タンク前段部の嫌気運転等を考慮し、タンクの流れ方向に対して平行に阻流壁を設ける。
- ③ 深槽式でエアレーション方式が旋回流式の場合は、タンクの流れ方向に対して平行に導流板を設ける。
- ④ タンクの有効水深は、標準式は 4~6m、深槽式は 10m 程度とする。
- ⑤ タンクの余裕高は、標準式は 80cm 程度、深槽式は 100cm 程度とする。スラブ（床）がある場合は、スラブ下からの水面までを余裕高とし、梁も考慮する。

正解は②

阻流壁は、反応タンク内の短絡流を防止して滞留時間を有効に使うために設けるものであるから、タンクの流れ方向に対して直角（横断方向）に設ける。流れ方向に平行に設けたのでは短絡流の防止にならないので不適切である。

③：○流れ方向に対して平行に設けるのは、深槽式で旋回流式エアレーションとする場合の導流板であり、阻流壁とは目的も向きも異なる。

Ⅲ－26 下水道のマンホールに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① マンホールは、維持管理するうえで必要な箇所のほか、管きよの起点及び方向又は勾配が変化する箇所、管きよ径等が変化する箇所、段差が生じる箇所、管きよが会合する箇所に設ける。
- ② 足掛け金物は、鋼鉄製（樹脂被覆）、FRP 製、ステンレス製等の腐食に耐える材質のものをを用いなければならない。また、マンホールが深くなる場合には、維持管理上の安全面を考慮して、3～5m ごとに踊り場（中間スラブ）を設けることが望ましい。
- ③ 副管の損傷が道路陥没の原因となっている場合があることや、副管内できょう（夾）雑物が詰まった際に清掃が困難なことから、耐震性、施工性、止水性及び改築時の対応性等を考慮し、副管は原則としてマンホールの外側に設置する。
- ④ マンホール底部には、下水の円滑な流下を図るため、管きよの接合や会合の状況に応じたインバートを設ける。インバート高さは管径の 1/2 を目安とするが、水位変化や利便性も考慮して設定する。
- ⑤ 同じ内径の管きよを接続するマンホールでは、曲がりの損失水頭や施工誤差等を考慮し、流入管きよと流出管きよとの段差を設ける。一般的に、開削工法では 2cm 程度の段差を設ける。

正解は③

副管は、原則としてマンホールの内側に設置する（内副管）。外側に設置すると、副管の損傷が周囲の土砂の流出を招いて道路陥没の原因となることがあり、また副管内にきょう雑物が詰まった際の清掃も困難となる。内側に設けることで耐震性、施工性、止水性、改築時の対応性のいずれにも有利となるので、「マンホールの外側に設置する」とする記述は不適切である。

④：○マンホール底部には下水の円滑な流下のためインバートを設け、その高さは管径の 1/2 を目安とするという記述で正しい。

Ⅲ－27 主に雨水排除に用いられる下水道の開きよの設計に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 開きよの断面形状は、台形又は長方形を標準とする。改築に際しては、これらに加え、維持管理情報等を踏まえ、適切な断面形状を定めることが望ましい。
- ② 開きよには、一般に石積み、コンクリートブロック積み、鉄筋コンクリート、鉄筋コンクリート組立土留め、プレキャスト L 形ブロック等があり、周辺環境や施工条件等を踏まえ、適したものを選定する。
- ③ 石積み及びコンクリートブロック積み開きよについて、のり高は 5m 程度を限度とし、のり勾配は 1:0.3～1:1.0 の範囲が一般的である。
- ④ 開きよの場合の流下能力の計算は、河道の状況に応じて等流又は不等流の計算を行うものとし、平均流速公式は、一般に Manning 式を用いる。
- ⑤ 開きよの余裕高は、0.1H（H は開きよの深さ）以上とすることができる。ただし、0.1H>0.70m の場合は 0.70m とする。

正解は⑤

開きよの余裕高は、0.2H（H は開きよの深さ）以上とし、0.2H が 0.6m を超える場合は 0.6m とすることができるのが標準である。選択肢は係数を 0.1H、上限値を 0.70m としており、いずれも標準と異なるため不適切である。

④：○開きよの流下能力の計算は河道の状況に応じて等流又は不等流計算により行い、平均流速公式は一般に Manning 式を用いるという記述で正しい。

Ⅲ－28 下水道のポンプ場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 沈砂池の形状は、長方形を標準とし、池数は、汚水沈砂池、雨水沈砂池それぞれ 2 池以上を原則とする。池幅は 1~5m 程度を標準とし、底部の勾配は 1/100~2/100 程度とする。
- ② 沈砂池の水面積負荷は、汚水沈砂池： $3,600\text{m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ 程度、雨水沈砂池： $1,800\text{m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ 程度をそれぞれ標準とする。改築に際しては、これらに加え、維持管理情報等を踏まえ、適切な水面積負荷を定めることが望ましい。
- ③ ポンプ井は、計画下水量に対して設けられるが、供用開始当初の流入下水量が少ない場合やポンプの段階的な設置や調査・改築時の施設停止等を考慮して、ポンプ井をあらかじめ仕切っておき、連絡ゲートを設けることが望ましい。
- ④ ポンプの口径は、計画吐出し量と計画全揚程によって、決定する。ポンプの吸込口の標準流速は、 $1.5\sim 3.0\text{m}/\text{s}$ とし、吸込実揚程又は吸込側の損失水頭が大きい場合は、吸込条件をよくするために流速を小さく設定する。
- ⑤ ポンプ場の計画吸込水位は、流入管きよの水位からポンプ井へ至るまでの損失水頭を差し引いて決定する。汚水ポンプの場合は流入管きよの日平均汚水量が流入する際の水位から求め、雨水ポンプの場合は流入管きよの計画下水量が流入する際の水位から求めることを原則とする。

正解は②

沈砂池の水面積負荷は、汚水沈砂池で $1,800\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ 程度、雨水沈砂池で $3,600\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ 程度を標準とする。雨水沈砂池は短時間に多量の雨水を扱うため大きい値をとる。選択肢は汚水と雨水の値が入れ替わっており不適切である。

- ①：○沈砂池の形状は長方形を標準とし、池数は汚水・雨水それぞれ 2 池以上を原則とし、池幅 1~5m 程度、底部の勾配 1/100~2/100 程度とするという記述で正しい。

Ⅲ－29 下水污泥焼却炉の中で、多く採用されている流動焼却炉の特徴に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 炉内に機械的な可動部分がないため、維持管理が容易である。
- ② 流動媒体の蓄熱量が小さいため、炉を停止した場合に炉内温度の降下が速く、再立ち上げ時の昇温時間が他の炉に比べると長い。
- ③ 焼却効率がよく、未燃分が極めて少ない。
- ④ 少量の過剰空気（空気比 1.3 程度）での運転操作が可能である。
- ⑤ 炉の排ガス温度が臭気分解温度以上で制御される。

正解は②

流動焼却炉は、流動媒体である珪砂の蓄熱量が大きいため、炉を停止しても炉内温度の低下が緩やかであり、再立ち上げ時の昇温時間はほかの炉に比べて短い。蓄熱量、温度降下、昇温時間のいずれも記述が逆であり不適切である。この特性から間欠運転にも比較的対応しやすい。

- ①：○炉内に機械的な可動部分がないため維持管理が容易であるという記述で正しい。
④：○少ない過剰空気（空気比 1.3 程度）で運転できるという記述で正しい。

Ⅲ－30 下水汚泥のエネルギー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 下水汚泥は、炭素、水素、硫黄等からなる有機分を有し、潜在的なエネルギー価値が高く、また、カーボンニュートラルであるためエネルギーの利活用に適している。
- ② 下水汚泥が有するエネルギー利活用形態としては、主に乾燥汚泥、炭化汚泥、消化ガス、焼却・熔融炉等の廃熱がある。
- ③ 下水汚泥の性状は季節により変動し、冬季はVS（強熱減量）が低く、熱収支が悪化するため、汚泥性状の変動を考慮した事業採算性の検討が必要である。
- ④ 下水汚泥の処理システム全体のエネルギー収支、コスト、エネルギーの利用効率、維持管理性等の費用対効果を考慮し、最適なシステムを検討する。
- ⑤ 最近では、下水汚泥燃料や消化ガスの利活用事業に PPP/PFI 方式及び包括的民間委託等の手法を採用する事例も増えている。

正解は③

冬季は水温が低く生物反応が緩慢となるため、汚泥中の有機物の分解が進まず、VS（強熱減量＝有機分）はむしろ高くなる傾向がある。VS が高ければ発熱量も高く、熱収支はむしろ良くなる。したがって「冬季はVSが低く、熱収支が悪化する」とする記述は不適切である。

①：○下水汚泥の有機分は生物由来であり、その燃焼で発生するCO₂は大気中のCO₂が循環したものと扱われる（カーボンニュートラル）ので、エネルギー利活用に適するという記述で正しい。

Ⅲ－31 下水汚泥の集約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 経済性、利活用における効率性、計画のダウンサイジング等に伴う用地・施設の利活用等を考慮し、必要に応じて複数箇所からの下水汚泥の集約処理について検討する。
- ② スケールメリットにより、建設コスト及び維持管理コストが有利になることが多い。特に、維持管理に要する人件費が削減できる。
- ③ 効率的な汚泥搬送方法、点検・改築時や故障等により受け入れが停止した場合の代替方法の確保、長距離送泥に伴う汚泥の腐敗対策、増加する返流水の処理等に留意する必要がある。
- ④ 下水汚泥の集約のための輸送方法には、主に脱水汚泥の車両輸送、液状汚泥の車両輸送及び管路輸送がある。
- ⑤ 下水汚泥の集約処理の方法は、集中処理と共同処理に区分され、共同処理とは同じ事業主体の2箇所以上の下水汚泥を対象にする場合である。

正解は⑤

下水汚泥の集約処理のうち、共同処理とは異なる複数の事業主体の下水汚泥を共同で処理する場合をいう。同じ事業主体が有する2箇所以上の処理場の汚泥を1箇所に集める場合は集中処理に区分されるので、記述は不適切である。

③：○集約処理に当たっては、汚泥搬送方法、受入れ停止時の代替方法、長距離送泥に伴う腐敗対策、増加する返流水の処理等に留意する必要があるという記述で正しい。

Ⅲ－32 下水汚泥の濃縮に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 濃縮の果たす役割は、污水处理施設で発生した低濃度の汚泥を濃縮し、その後続く汚泥消化や汚泥脱水を効果的に機能させることである。
- ② 濃縮後の汚泥濃度は、季節変動や長距離送泥等に起因する汚泥性状の変化によって低下する場合がある。
- ③ 濃縮の方法によって、重力濃縮、機械濃縮の2種類に大別され、機械濃縮設備には遠心濃縮機、常圧浮上濃縮機、ベルト式ろ過濃縮機等がある。
- ④ 濃縮後の汚泥濃度が2%未満となる場合には、濃縮効率を向上させるため、初沈汚泥と余剰汚泥を混合した重力濃縮を検討する必要がある。
- ⑤ 濃縮設備の周辺は硫化水素等の腐食性ガスの漏洩のおそれがあり、機器、配管の材質選定には十分注意を払い検討する。

正解は④

初沈汚泥は比重差が大きく重力濃縮に適するのに対し、余剰汚泥は有機分が多く軽いため重力濃縮では濃縮しにくい。両者を混合して重力濃縮すると余剰汚泥の影響で濃縮性が低下するので、濃縮後の汚泥濃度が低い場合には、初沈汚泥は重力濃縮、余剰汚泥は機械濃縮とする分離濃縮の採用を検討するのが適切である。したがって「初沈汚泥と余剰汚泥を混合した重力濃縮を検討する」とする記述は不適切である。

③：○濃縮は重力濃縮と機械濃縮に大別され、機械濃縮設備には遠心濃縮機、常圧浮上濃縮機、ベルト式ろ過濃縮機等があるという記述で正しい。

Ⅲ－33 下水道における活性汚泥法の浄化原理等に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 活性汚泥とは、細菌類、原生動物、後生動物等の微生物のほかに非生物性の無機物や有機物から構成されているフロックのことである。
- ② 初期吸着とは、下水中の有機物が活性汚泥と接触後の短時間にその多くが除去される現象のことである。
- ③ 内生呼吸とは、下水中の有機物が少なくなると、活性汚泥微生物が自己の体内に蓄積されている有機物や自己の細胞物質を還元して生命維持に必要なエネルギーを得ることである。
- ④ 酸化とは、微生物が生体の維持、細胞合成等に必要なエネルギーを得るために、摂取した有機物を分解することである。
- ⑤ 同化とは、酸化によって得たエネルギーを利用して、有機物を新しい細胞物質に合成すること（活性汚泥の増殖）である。

正解は③

内生呼吸とは、下水中の有機物が少なくなったときに、活性汚泥微生物が自己の体内に蓄積した物質や自己の細胞物質を「酸化」して、生命維持に必要なエネルギーを得ることをいう。エネルギーを得る過程は酸化であって還元ではないので、記述は不適切である。長時間エアレーション法等で余剰汚泥発生量が少なくなるのは、この内生呼吸が進むためである。

⑤：○同化とは、酸化によって得たエネルギーを利用して有機物を新しい細胞物質に合成すること（活性汚泥の増殖）であるという記述で正しい。

Ⅲ－34 事業所排水が下水道に与える影響に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① シアン化合物は、その毒性のために、処理場の活性汚泥中の生物が死滅又は障害を受け、処理能力を低下させる。
- ② ひ素は、生物体に強い毒性を有しているので、処理場の活性汚泥中の微生物にも大きな影響を及ぼす。
また、汚泥に蓄積した場合には、汚泥の有効利用や処分に支障を来す。
- ③ セレンは、下水処理場の処理過程で活性汚泥中に移行されるため、下水排除基準以下の濃度にするのが容易である。
- ④ 水銀化合物は、殺菌剤等に用いられる等毒性が強く、活性汚泥微生物への影響も大きい。また、下水汚泥を農業利用する際には、肥料取締法の規定により水銀含有量の基準値が定められているので注意を要する。
- ⑤ 亜鉛は、活性汚泥の浄化機能に対して 5~10mg/L で影響が現れる。10mg/L 以下の場合、大部分が活性汚泥に吸着除去される。

正解は③

セレンは活性汚泥への吸着・移行が起こりにくく、生物処理によってはほとんど除去されないため、下水排除基準以下の濃度まで低減することは容易ではない。「活性汚泥中に移行されるため、下水排除基準以下の濃度にするのが容易である」とする記述は不適切である。

⑤：○亜鉛は活性汚泥の浄化機能に対して 5~10mg/L で影響が現れ、10mg/L 以下では大部分が活性汚泥に吸着除去されるという記述で正しい。

Ⅲ－35 下水道施設の耐震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 耐震設計に用いる地震動のレベルは、施設の供用期間内に 1~2 度発生する確率を有する地震動（レベル 1 地震動）と供用期間内に発生する確率が低いが大きな強度を持つ地震動（レベル 2 地震動）の二段階の地震動を考慮する。
- ② 処理場・ポンプ場施設は下水道の根幹的施設であることから、新設、既存ともに全ての施設を重要な施設として耐震設計を行う。
- ③ 既存の管路施設は、「重要な幹線等」と「その他の管路」に区分する。さらに、「重要な幹線等」は「特に重要な幹線等」と「その他の重要な幹線等」に区分し、優先順位を定め段階的に耐震化を図る。
- ④ 処理場・ポンプ場施設の土木構造物が保持すべき耐震性能は、レベル 1 地震動に対して処理場・ポンプ場施設としての本来の機能を確保する性能とする。
- ⑤ 管路施設のうち「重要な幹線等」が保持すべき耐震性能は、レベル 1 地震動に対して流下機能を確保する性能とする。

正解は⑤

管路施設のうち「重要な幹線等」が保持すべき耐震性能は、レベル 1 地震動に対して流下機能を確保することに加え、レベル 2 地震動に対しても流下機能を確保（応急復旧により早期に機能を回復できる状態を維持）することとされている。レベル 1 地震動に対する性能のみとする記述は不適切である。

③：○既存の管路施設は「重要な幹線等」と「その他の管路」に区分し、さらに「重要な幹線等」を「特に重要な幹線等」と「その他の重要な幹線等」に区分して、優先順位を定め段階的に耐震化を図るという記述で正しい。