

専門科目（上下水道部門） 2011（H23） 問題・正解と解説

IV 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。）

IV-1 水道法に関する次の（ア）～（エ）の記述について、不適切なものの数はどれか。（ア）水道事業者は、この法律の目的を達成するため水道の広域的な整備を図る必要があると認めるときは、関係水道事業者と共同して、水道の広域的な整備に関する基本計画を定めるべきことを厚生労働大臣に要請することができる。（イ）水道事業者は、事業計画に定める給水区域内の需要者から給水契約の申込みを受けたときは、正当の理由がなければ、これを拒んではならない。（ウ）水道事業者は、定期の水質検査として、1 週間に 1 回以上、色及び味並びに消毒の残留効果に関する検査を行わなければならない。（エ）簡易専用水道の設置者は、当該簡易専用水道の管理について、2 年以内ごとに 1 回、地方公共団体の機関又は水道事業者の登録を受けた者の検査を受けなければならない。

- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4
- ⑤ 0

正解は③

不適切なものは（ア）（ウ）（エ）の 3 つであるから③が正しい。

（ア）：×水道法第 5 条の 2 により、水道事業者が広域的水道整備計画を定めるべきことを要請する相手は都道府県知事である。「厚生労働大臣」は誤りである。

（イ）：○水道法第 15 条第 1 項により、給水区域内の需要者から給水契約の申込みを受けたときは、正当の理由がなければ拒んではならないという記述で正しい。

（ウ）：×給水栓における水の色及び濁り並びに消毒の残留効果に関する検査は 1 日 1 回以上行う。「1 週間に 1 回以上」「色及び味」がいずれも誤りである。

（エ）：×水道法第 34 条の 2 により、簡易専用水道の設置者は 1 年以内ごとに 1 回、登録を受けた者の検査を受けなければならない。「2 年以内ごとに 1 回」は誤りである。

IV-2 上水道の計画に関する次の（ア）～（エ）の記述について、不適切なものの数はどれか。（ア）計画給水人口の予測手法には時系列傾向分析と要因別分析があるが、要因別分析は地域別人口の推計に適している。（イ）水道普及率とは、現状の給水人口を計画給水区域における人口で除したものである。（ウ）計画給水量の算定に用いられる負荷率は、一日最大給水量に対する一日平均給水量の割合を％で表したもので、一般的に小規模の都市ほど高くなり、都市の規模が大きくなるにつれて低くなる傾向がある。（エ）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。

- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4
- ⑤ 0

正解は②

不適切なものは（イ）（ウ）の 2 つであるから②が正しい。

（ア）：○計画給水人口の予測手法には時系列傾向分析と要因別分析があり、要因別分析は地域別人口の推計に適しているという記述で正しい。

（イ）：×水道普及率は、現状の給水人口を行政区域内人口で除したものである。「計画給水区域における人口で除した」とするのは誤りである。

（ウ）：×負荷率は一日最大給水量に対する一日平均給水量の割合で、給水量の変動が大きい小規模の都市ほど低く、都市の規模が大きくなるにつれて高くなる。記述は高低が逆である。

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

IV-3 取水塔の位置や構造に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 年間を通じて最小水深が 2m 以上で、河川に設置する場合は、流心が堤防からなるべく離れている地点とする。
- ② 井筒沈下工法によって設ける取水塔は、その下端に鋼板製のカーブシューを設け、鉄筋コンクリート壁厚を厚くするとともに、配力鉄筋を十分配置する。
- ③ 洗掘のおそれがある場合は、塔の周囲に床止めとして、石張り工又はコンクリート工などを施す。
- ④ 水面が結氷する場合は、取水に支障を及ぼさない位置に設ける。
- ⑤ 塔体の横断面は環状で、円形又は楕円形とする。

正解は①

取水塔を河川に設置する場合は、年間を通じて安定した水深を確保するため、流心が堤防に近い地点を選ぶ。①の「流心が堤防からなるべく離れている地点とする」は逆で不適切である。

②：○井筒沈下工法による取水塔は、下端に鋼板製のカーブシューを設け、鉄筋コンクリート壁厚を厚くし配力鉄筋を十分配置するという記述で正しい。

③：○洗掘のおそれがある場合は、塔の周囲に床止めとして石張り工又はコンクリート工などを施すという記述で正しい。

④：○水面が結氷する場合は、取水に支障を及ぼさない位置に設けるという記述で正しい。

⑤：○塔体の横断面は環状で、円形又は楕円形とするという記述で正しい。

IV-4 上水道における地下水に関連した生物障害問題と対策に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

- ① 一般に地下水の水質は比較的安定しているが、生物障害が発生することがある。主な地下水における生物障害は、着色・異臭味・肉眼的小動物等の流出障害などであり、これらは地下水性の生物によるもので、地表水由来の生物の混入のおそれはない。
- ② 地下水は往々にして鉄、マンガンを含み、また酸素に富み、多くの有機物を含んでいるものがあり、このような水には鉄細菌が繁殖することがある。鉄細菌は、水中に溶けている鉄やマンガンを還元し菌体の表面などに沈着する性質がある。
- ③ 鉄細菌が井戸内に多量に繁殖している場合は、遊離残留塩素として 5mg/L 以上になるように塩素剤を障害箇所に入し、長時間接触させた後、水圧をかけて洗浄排除する。その後、遊離残留塩素を $0.1\sim 0.2\text{mg/L}$ 程度に保ち、障害生物の繁殖を抑制する。
- ④ 井戸や伏流水では、ヨコエビやハリガネムシなどの地下水性の小動物が生息している場合がある。しばしば発生する場合は塩素剤を障害箇所に入し、洗浄排除することで対応する。
- ⑤ 地下水で起こる臭気障害の原因生物は、集水施設、接合井、井戸の壁面や管内に発生する真菌、放線菌、鉄細菌、藻類などで、臭気はそれらの着生、繁殖と死滅、腐敗に起因することが多い。

正解は⑤

地下水の臭気障害は、集水施設や接合井、井戸の壁面や管内に発生する真菌、放線菌、鉄細菌、藻類などの着生・繁殖と、その死滅・腐敗に起因することが多い。⑤は正しい記述である。

- ①：×浅井戸や伏流水は地表水の影響を受けやすく、地表水由来の生物が混入するおそれがある。「おそれはない」と言い切ることはできない。
- ②：×鉄細菌は、水中に溶けている鉄やマンガンを酸化して水酸化物とし、菌体の表面などに沈着させる。「還元し」とするのは誤りである。
- ③：×井戸内に繁殖した鉄細菌の洗浄除去には、遊離残留塩素 5mg/L 程度では足りず、これより高い濃度の塩素剤を用いる。
- ④：×ヨコエビは地下水性の小動物として知られるが、ハリガネムシは水生昆虫等に寄生する生物で、井戸や伏流水に生息する地下水性小動物として挙げるのは適切でない。

IV-5 我が国の浄水処理における消毒剤に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 二酸化塩素は、最終消毒剤として用いることができる。
- ② 給水栓水で保持すべき残留塩素濃度は、平常の場合、遊離残留塩素で 0.1mg/L （結合残留塩素で 0.4mg/L ）以上とする。
- ③ 次亜塩素酸ナトリウム溶液は、「労働安全衛生法施行令」による規制の対象から除外されている。
- ④ 災害など非常対策用の塩素剤としては、取扱い性、化学的安定性から次亜塩素酸カルシウムが適している。
- ⑤ 消毒剤の注入設備には、予備設備を設ける必要がある。

正解は①

水道法第 22 条により水道水の消毒は塩素によることとされており、二酸化塩素を最終消毒剤として用いることはできない。①は不適切である。

- ②：○給水栓水で保持すべき残留塩素濃度は、平常時は遊離残留塩素で 0.1mg/L （結合残留塩素では 0.4mg/L ）以上とするという記述で正しい。
- ③：○次亜塩素酸ナトリウム溶液は、労働安全衛生法施行令による規制の対象から除外されているという記述で正しい。液化塩素は同令の規制対象である。
- ④：○次亜塩素酸カルシウム（高度さらし粉）は固形で取扱いが容易であり、化学的にも比較的安定しているため、災害など非常対策用の塩素剤として適しているという記述で正しい。
- ⑤：○消毒は水道水の安全を確保する最後の砦であり、消毒剤の注入設備には予備設備を設ける必要があるという記述で正しい。

IV-6 上水道における凝集剤に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 水温は、凝集反応やフロック粒子の成長に影響を与える。水温が高くなればフロックの成長は早まり、水温が低くなればフロックの成長は遅くなる。
- ② 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。
- ③ 原水にフミン質が多く含まれることで色度が高くなっている場合は、凝集剤の多用、もしくはアルカリ剤を使用して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。
- ④ 硫酸アルミニウムは凝集剤として広く用いられているが、原水が降雨などで高濁度になったとき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。
- ⑤ 凝集剤は、原水の水量、濁度などの水質、ろ過方式及び排水処理方式等に関して適切であり、かつ衛生的に支障のないものでなければならない。

正解は③

フミン質などの有機物に由来する色度は、酸性側で凝集除去の効果が高まる。凝集剤を多用するか酸を注入して低い pH で処理するのが一般的であり、③の「アルカリ剤を使用してアルカリ性側で処理することにより除去効果が高まる」とする記述は逆に不適切である。

- ①：○水温は凝集反応やフロック粒子の成長に影響し、水温が高ければ成長が早まり、低ければ遅くなるという記述で正しい。
- ②：○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 程度以上あることが望ましいという記述で正しい。
- ④：○高濁度時には硫酸アルミニウムの注入率が増え、アルカリ度が不足するためアルカリ剤の注入が必要となる場合があるという記述で正しい。
- ⑤：○凝集剤は原水の水量・水質、ろ過方式及び排水処理方式等に関して適切で、衛生的に支障のないものでなければならないという記述で正しい。

IV-7 上水道における MF/UF 膜ろ過設備の運転と管理に関する次の（ア）～（エ）の記述について、不適切なものの数はどれか。（ア）水温は、膜ろ過設備の安定した運転管理を行う上で必要な監視項目の 1 つであり、水温は常に監視する。（イ）単位時間に膜の単位面積を通過する水量を膜ろ過流束（flux）といい、設備の設計、運転管理、経済性の評価等に大きく影響を与える要素である。（ウ）膜のファウリングが促進するため、膜ろ過処理の前段に凝集などの前処理は通常行われない。（エ）運転開始当初、膜差圧は薬品洗浄によってほとんど回復するが、膜性能が十分回復しない場合は、物理洗浄を行う必要がある。

- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4
- ⑤ 0

正解は②

不適切なものは（ウ）（エ）の 2 つであるから②が正しい。

（ア）：○水温は膜ろ過水量や膜差圧に影響するため、安定した運転管理に必要な監視項目の 1 つであり常に監視するという記述で正しい。

（イ）：○単位時間に膜の単位面積を通過する水量を膜ろ過流束（flux）といい、設備の設計や経済性の評価等に大きく影響する要素であるという記述で正しい。

（ウ）：×凝集処理は膜面への付着物を扱いやすくし膜ろ過流束を回復させるため、膜ろ過処理の前処理として広く行われている。

（エ）：×通常は物理洗浄（逆圧洗浄や空気洗浄）を頻繁に行い、それでも膜性能が十分に回復しない場合に薬品洗浄を行う。記述は物理洗浄と薬品洗浄が入れ替わっている。

IV-8 我が国における高度浄水処理方法として、適用可能な処理フローの組合せは次のうちどれか。（ア）

凝集沈殿 → オゾン処理 → 粒状活性炭処理 → 砂ろ過 → 塩素処理 → 浄水池・配水池

（イ）凝集沈殿 → 砂ろ過 → オゾン処理 → 粒状活性炭処理 → 塩素処理 → 浄水池・配水池

（ウ）凝集沈殿 → 砂ろ過 → 粒状活性炭処理 → オゾン処理 → 塩素処理 → 浄水池・配水池

（エ）凝集沈殿 → 粒状活性炭処理 → 砂ろ過 → オゾン処理 → 塩素処理 → 浄水池・配水池

- ① ア、イ
- ② イ、ウ
- ③ ウ、エ
- ④ ア、エ
- ⑤ イ、エ

正解は①

オゾンで分解された有機物は、後段の粒状活性炭で吸着・生物分解して除去する必要があるため、オゾン処理の後に粒状活性炭処理を置く。この条件を満たすのは（ア）と（イ）であるから①が正しい。

（ア）：○凝集沈殿の後にオゾン・粒状活性炭を置き、最後の砂ろ過で活性炭の流出を捕捉するフローである。

（イ）：○凝集沈殿・砂ろ過で濁質を除いた後にオゾン・粒状活性炭を置くフローで、我が国で最も一般的である。

（ウ）（エ）：×粒状活性炭処理の後にオゾン処理を置いており、オゾンで生じた易分解性有機物を除去できないため適切でない。

IV－9 上水道の送・配水施設における合理的な水運用に関する次の（ア）～（エ）の記述について，適切なものの数はどれか。（ア）送・配水機能が未分離な場合，送水ポンプの運転目標が，送水先の配水池水位と配水区域の水圧のどちらかで決定されるため，過剰水圧が生じる非効率な運転となる。（イ）送水管ネットワークの整備に際しては，配水池への流入ルートを 2 系統以上確保すれば，配水池容量は 8 時間分以上確保すれば良い。（ウ）配水ブロックの設定に当たっては，その規模は地形・地勢，配水本管の布設状況及び既設浄水場，配水池の位置を考慮して設定し，給水は当該配水ブロックの外側にある配水池から行うことを原則とする。（エ）配水支管ブロックは，配水本管で連絡し相互融通を図る。なお，相互融通用の配水本管は，水の停滞を避けるため可能な限り常時配水管として使用する。

- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4
- ⑤ 0

正解は②

適切なものは（ア）（エ）の 2 つであるから②が正しい。

（ア）：○送・配水機能が未分離な場合は，送水ポンプの運転目標が配水池水位と配水区域の水圧のどちらかで決まるため，過剰水圧が生じる非効率な運転となるという記述で正しい。

（イ）：×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。流入ルートを 2 系統以上確保したからといって 8 時間分でよいことにはならない。

（ウ）：×給水は当該配水ブロックの内側にある配水池から行うことを原則とする。「外側にある配水池から」とするのは誤りである。

（エ）：○配水支管ブロックは配水本管で連絡して相互融通を図り，相互融通用の配水本管は水の停滞を避けるため可能な限り常時配水管として使用するという記述で正しい。

IV-10 上水道の給水装置に関する次の（ア）～（エ）の記述について、適切なものの数はどれか。（ア）水道事業者は、水の供給を受ける者の給水装置の構造及び材質が、政令で定める基準に適合していないときは、供給規定の定めに関わらず、給水契約の申込みを拒み、又は基準に適合させるまでの間給水を停止することができる。（イ）給水装置の配水管への取付口の位置は、他の給水装置の取付口から **20cm** 以上離れていなければならない。（ウ）直結給水における計画使用水量は、給水用具の同時使用の割合等を考慮して実態に合った水量を設定する。（エ）給水管の管径は、配水管の計画最大静水圧時において、計画使用水量を供給できる大きさとする。

- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4
- ⑤ 0

正解は①

適切なものは（ウ）の1つだけであるから①が正しい。

（ア）：×水道法第 16 条では「供給規程の定めるところにより」給水契約の申込みを拒み、又は給水を停止できるとされている。「供給規定の定めに関わらず」とするのは誤りである。

（イ）：×給水装置の配水管への取付口の位置は、他の給水装置の取付口から **30cm** 以上離れていなければならない。「**20cm** 以上」は誤りである。

（ウ）：○直結給水における計画使用水量は、給水用具の同時使用の割合等を考慮して実態に合った水量を設定するという記述で正しい。

（エ）：×給水管の管径は、配水管の計画最小動水圧時において計画使用水量を供給できる大きさとする。最も条件の厳しい低水圧時を基準とするので「計画最大静水圧時」は誤りである。

IV－11 浄水施設の制御に関する次の（ア）～（エ）の記述の正誤について、適切なものはどれか。（ア）浄水施設の着水量制御は、取水施設又は導水施設における流量制御によるもの、若しくは、浄水場の総ろ過量又は着水井水位などを目標値として、着水流量を調節弁などにより制御するものがある。（イ）重力式ろ過池のろ過流量制御には、ろ過流量計の信号を基に調節弁の開度をフィードバック制御する方法がある。（ウ）凝集剤の自動注入制御における注入率式は、過去の注入実績及び水質データ、ジャーテストの結果等を基に作成され、水質の計測値によりフィードフォワード制御を行うものであり、これに沈殿水濁度を目標値とするフィードバック制御を組み合わせる方式もある。（エ）塩素剤の注入制御には、塩素剤注入後の残留塩素濃度を目標値としてフィードバック制御する方法がある。

- ① アが誤りである。
- ② イが誤りである。
- ③ ウが誤りである。
- ④ エが誤りである。
- ⑤ すべて正しい。

正解は⑤

（ア）～（エ）はいずれも正しい記述であるから、⑤が正しい。

（ア）：○着水量制御には、取水施設又は導水施設で流量を制御する方法と、総ろ過量や着水井水位を目標値として着水流量を調節弁で制御する方法がある。

（イ）：○重力式ろ過池のろ過流量制御では、ろ過流量計の信号により調節弁の開度をフィードバック制御する方法が用いられる。

（ウ）：○凝集剤の注入率式は過去の実績とジャーテスト結果等から作成され、原水水質の計測値によるフィードフォワード制御に、沈殿水濁度を目標値とするフィードバック制御を組み合わせる方式もある。

（エ）：○塩素注入制御では、注入後の残留塩素濃度を目標値とするフィードバック制御が用いられる。

IV-12 上水道における漏水防止対策と具体的な施策を示す下表において，〔 〕に入る語句の組合せとして，適切なものはどれか。（表：対策／項目／具体的施策）基礎的対策：準備＝施工体制の確立，図書・機器類の整備／基礎調査＝配水量・漏水量・水圧の把握／技術開発＝管及び付属設備の改良，漏水発見法・埋設管探知法・漏水量測定法の開発。〔ア〕対策：〔ウ〕作業（地上漏水の修理）＝即時修理／〔エ〕作業（地下漏水の修理）＝早期発見，修理。〔イ〕対策：他工事立会＝管路の巡視・立会い／配・給水管の改良＝布設替，給水管整備，腐食防止／〔オ〕調整＝管網整備，ブロック化，減圧弁の設置。

- ① ア：予防的 イ：対症療法的 ウ：機動的 エ：計画的循環 オ：漏水量
- ② ア：予防的 イ：対症療法的 ウ：計画的循環 エ：機動的 オ：漏水量
- ③ ア：直接的 イ：間接的 ウ：配水量分析 エ：機動的 オ：技術
- ④ ア：対症療法的 イ：予防的 ウ：計画的循環 エ：配水量分析 オ：水圧
- ⑤ ア：対症療法的 イ：予防的 ウ：機動的 エ：計画的循環 オ：水圧

正解は⑤

漏水防止対策は，すでに起きた漏水を修理する対症療法的対策と，漏水を起こさないようにする予防的対策に分けられる。

表で「地上漏水の修理＝即時修理」「地下漏水の修理＝早期発見，修理」を含むのは対症療法的対策であるから，ア＝対症療法的となる。地上漏水に対応するのが機動的作業（ウ＝機動的），地下漏水を計画的に探して回るのが計画的循環作業（エ＝計画的循環）である。

他工事立会いや配・給水管の改良を含むイは予防的対策であり，管網整備・ブロック化・減圧弁の設置は水圧調整である（オ＝水圧）。したがって⑤が正しい。

IV-13 上水道での緊急遮断設備の設置に関する次の記述のうち，不適切なものはどれか。

- ① 緊急遮断設備は，非常時に緊急閉鎖が可能な弁と付属設備で構成する。
- ② 緊急遮断設備は，地震発生時における生活用水や消防用水の確保，及び管路からの流出水による家屋浸水などの二次災害を防止する目的で設置する。
- ③ 震災対策用貯水槽には，緊急遮断設備を設置する。その設備の構成としては，流入・流出管に開放弁を，連絡管に閉止弁を設置するか，又は開放弁と閉止弁の機能を一体化した三方弁を設置する。
- ④ 緊急遮断設備の作動方式には，自動的に作動する信号式緊急遮断設備と操作員の判断により作動する手動緊急遮断設備がある。
- ⑤ 小口径管に緊急遮断設備を設置する場合は，消火用水量や高層建築等の受水槽への流量が同設備の設定値の決定に大きな影響を与えるため，十分な検討が必要である。

正解は③

震災対策用貯水槽では，地震時に貯水槽内の水を確保するため，流入・流出管には閉止弁を，給水のための連絡管には開放弁を設置する（又は両機能を一体化した三方弁を設置する）。③は開放弁と閉止弁が入れ替わっており不適切である。

①：○緊急遮断設備は非常時に緊急閉鎖が可能な弁と付属設備で構成するという記述で正しい。

②：○生活用水・消防用水の確保と，管路からの流出水による家屋浸水等の二次災害防止を目的とするという記述で正しい。

④：○作動方式には自動的に作動する信号式と，操作員の判断による手動式があるという記述で正しい。

⑤：○小口径管では消火用水量や高層建築等の受水槽への流量が設定値の決定に大きく影響するため，十分な検討が必要であるという記述で正しい。

IV-14 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，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，流量法に比べて汎用性が〔ウ〕。

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

正解は①

管網計算のうち流量法は，管網を閉管路の集合体とみなし，閉管路を一周したときの損失水頭の総和が0になるよう流量を仮定して収束計算を行う方法で，ハーディー・クロス法がこれに当たる（ア＝損失水頭，イ＝ハーディー・クロス）。

エネルギー位法は節点のエネルギー位を未知数として連立方程式を解く方法で，ポンプや弁などの条件を組み込みやすく，流量法より汎用性が高い（ウ＝高い）。したがって①が正しい。

ダイクストラ法は最短経路を求めるアルゴリズムの名であり，管網の流量計算法ではない。

IV-15 浄水施設の排水処理に関する次の記述のうち，不適切なものはどれか。

- ① 急速ろ過池の洗浄排水や沈殿池から排出されるスラッジは，間欠的に排出されたり濃度が一定でないことから，排水処理の濃縮工程以降で一定の処理が行えるよう，浄水処理工程からの懸濁物質濃度を平均化するため排水池や排泥池で一時貯留する。
- ② 排水池の容量は，1回のろ過池洗浄排水量以上とし，池数は2池以上とすることが望ましい。
- ③ 計画処理固形物量は，計画浄水量，計画原水濁度及び凝集剤注入率等を基礎として算定する。
- ④ 機械脱水の方法としては，加圧ろ過，加圧圧搾ろ過，真空ろ過，遠心分離，造粒脱水等がある。
- ⑤ 気温が下がる冬期には，一般的にスラッジの脱水性が良くなる。

正解は⑤

気温が下がる冬期には水の粘度が高くなるため，スラッジの脱水性は一般的に悪くなる。⑤の「良くなる」とする記述は不適切である。実務では蒸気等による加温で脱水性を改善する方法がとられる。

- ①：○洗浄排水やスラッジは間欠的に排出され濃度も一定でないため，濃縮工程以降で一定の処理が行えるよう排水池や排泥池で一時貯留して平均化するという記述で正しい。
- ②：○排水池の容量は1回のろ過池洗浄排水量以上とし，池数は2池以上とすることが望ましいという記述で正しい。
- ③：○計画処理固形物量は計画浄水量，計画原水濁度及び凝集剤注入率等を基礎として算定するという記述で正しい。
- ④：○機械脱水には加圧ろ過，加圧圧搾ろ過，真空ろ過，遠心分離，造粒脱水等があるという記述で正しい。

IV-16 次のうち、我が国の水道の水質基準項目ではないものはどれか。

- ① 総トリハロメタン
- ② クロロホルム
- ③ ブロモホルム
- ④ 総ハロ酢酸
- ⑤ ジクロロ酢酸

正解は④

総ハロ酢酸は水質基準項目ではなく、水質管理目標設定項目に位置づけられている。したがって④が正しい。

- ①：○総トリハロメタンは水質基準項目（0.1mg/L以下）である。
- ②：○クロロホルムは水質基準項目（0.06mg/L以下）である。
- ③：○ブロモホルムは水質基準項目（0.09mg/L以下）である。
- ⑤：○ジクロロ酢酸は水質基準項目である。

IV-17 上水道におけるクリプトスポリジウム等への対策に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

- ① 厚生労働省は、日本の水道において特に対策を講ずべき耐塩素性病原生物であるクリプトスポリジウム及びレジオネラを対象として「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」を策定し、平成19年4月から適用している。
- ② 地表水を原水とする施設において、当該原水から指標菌が検出されたことがある施設は、クリプトスポリジウム等による汚染のおそれが高いと判断されるが、その対策として、クリプトスポリジウム等を不活化することができる紫外線処理設備を整備しなければならない。
- ③ 水道水がクリプトスポリジウム等に汚染されたおそれのある場合には、浄水場からの送水を停止する等の措置を講じた上で、塩素消毒の強化を行うか、又は、汚染されているおそれのある原水の取水停止・水源の切替え等を実施しなければならない。
- ④ 伏流水を水源とする施設において原水から指標菌が検出された場合、クリプトスポリジウム等による汚染のおそれがあると判断され、必要な対策施設の整備期間中は原水中のクリプトスポリジウム等を3か月に1回以上、指標菌を月1回以上検査することが求められる。
- ⑤ クリプトスポリジウム等の指標菌の検査方法は広く標準的に使用されている方法が採用されており、大腸菌及び従属栄養細菌について、それぞれ特定酵素基質培地法及びハンドフォード改良寒天培地法等が用いられる。

正解は④

伏流水を水源とする施設で原水から指標菌が検出された場合は、クリプトスポリジウム等による汚染のおそれがあると判断され、必要な対策施設の整備期間中は原水中のクリプトスポリジウム等を3か月に1回以上、指標菌を月1回以上検査することが求められる。④は正しい記述である。

- ①：×対策指針が対象とする耐塩素性病原生物はクリプトスポリジウム及びジアルジアである。レジオネラは対象ではない。
- ②：×対策は紫外線処理設備の整備に限られない。ろ過池等の出口の濁度を0.1度以下に維持できるろ過設備の整備でも対応でき、原水の区分や条件に応じて選択する。
- ③：×クリプトスポリジウムは塩素に強い耐性を持ち、塩素消毒を強化しても不活化できない。取水停止・水源の切替え等で対応する。
- ⑤：×指標菌は大腸菌及び嫌気性芽胞菌であり、従属栄養細菌ではない。

IV-18 下水道の計画汚水量に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 計画 1 日平均汚水量は、計画年次における年間の発生汚水量の合計を 365 日で除したものであり、使用料収入の予測等に用いる。
- ② 計画 1 日最大汚水量は、計画年次における年間最大汚水量発生日の発生汚水量であり、ポンプ場の設計に用いる。
- ③ 計画時間最大汚水量は、計画 1 日最大汚水量発生日におけるピーク時 1 時間汚水量の 24 時間換算値 [$\text{m}^3/\text{日}$] であり、管きょ等の設計に用いる。
- ④ 合流式下水道における雨天時計画汚水量は、晴天時計画時間最大汚水量に遮集雨水量を加えたものである。
- ⑤ 分流式下水道における雨水時浸入水量は、計画区域の雨天時浸入水の実績を調査して定める。

正解は②

計画 1 日最大汚水量は、計画年次における年間最大汚水量発生日の汚水量であり、下水処理場（水処理施設）の設計の基礎となる。ポンプ場や管きょの設計に用いるのは計画時間最大汚水量であるから、②の「ポンプ場の設計に用いる」とする記述は不適切である。

- ①：○計画 1 日平均汚水量は年間発生汚水量の合計を 365 日で除したもので、使用料収入の予測等に用いるという記述で正しい。
- ③：○計画時間最大汚水量はピーク時 1 時間汚水量の 24 時間換算値であり、管きょ等の設計に用いるという記述で正しい。
- ④：○合流式下水道の雨天時計画汚水量は、晴天時計画時間最大汚水量に遮集雨水量を加えたものであるという記述で正しい。
- ⑤：○分流式下水道の雨天時浸入水量は、計画区域における雨天時浸入水の実績調査に基づいて定めるという記述で正しい。

IV-19 下水道施設の改築に関する次の記述において、下線部分が不適切なものはどれか。改築とは、排水区域の拡張等に起因しない対象施設の①全部又は一部の再建設あるいは取替えを行うことと定義される。改築は②更新と長寿命化対策に分類されるが、今後は施設のストック量が増加することから、③事後保全的な管理により、下水道施設を適切に維持管理するとともに、計画的・段階的に改築を実施していくことが重要である。また、改築に当たっては、④施設のグレードアップや下水道システムの再編についても積極的に検討し、実施する必要がある。最近の動向としては、事業の平準化とライフサイクルコストの最小化を実現することを目的とした⑤ストックマネジメントを下水道事業に導入し、持続可能な下水道事業の実施を図ることが求められている。

正解は③

ストック量が増加するなかで施設を適切に維持管理するには、故障してから直す事後保全ではなく、計画的に点検・修繕を行う予防保全的な管理が必要である。下線部③の「事後保全的な管理」は不適切である。

- ①：○改築は、排水区域の拡張等に起因しない対象施設の全部又は一部の再建設あるいは取替えを行うことと定義されるという記述で正しい。
- ②：○改築は更新と長寿命化対策に分類されるという記述で正しい。
- ④：○改築に当たっては、施設のグレードアップや下水道システムの再編についても積極的に検討する必要があるという記述で正しい。
- ⑤：○事業の平準化とライフサイクルコストの最小化を目的としたストックマネジメントの導入が求められているという記述で正しい。

IV-20 下水道施設の耐震設計に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 処理場・ポンプ場については、施設の重要度に応じて、重要な施設とその他の施設に区分し、構造面での耐震性能を確保することを基本とする。
- ② 下水道施設の耐震設計に当たっては、地域特性、地形、地盤、土質等について十分な調査を行うとともに、地震時における液状化の可能性についても考慮する必要がある。
- ③ 下水道法施行令では、地震によって下水の排除及び処理に支障が生じないよう地盤の改良、可とう継手の設置その他の国土交通大臣が定める措置を講ずることが義務づけられている。
- ④ 管路の耐震性の目標として、重要な幹線については、レベル 1 地震動及びレベル 2 地震動に対応できる施設とする。
- ⑤ 建築構造物については、建築基準法に適合する耐震性能及び耐震水準を確保する。

正解は①

処理場・ポンプ場については、施設の重要度によって区分するのではなく、地震時に確保すべき下水道の機能（機能面）を前提として、これを満たすための構造面の耐震性能を定めるのが基本である。「重要な施設とその他の施設に区分し」とする①は不適切である。重要度によって区分するのは管路施設（「重要な幹線等」と「その他の管路」）である。

- ②：○耐震設計に当たっては地域特性、地形、地盤、土質等を十分調査し、液状化の可能性についても考慮する必要があるという記述で正しい。
- ③：○下水道法施行令では、地震によって下水の排除及び処理に支障が生じないよう、地盤の改良、可とう継手の設置その他の措置を講ずることが定められているという記述で正しい。
- ④：○重要な幹線については、レベル 1 地震動及びレベル 2 地震動に対応できる施設とするという記述で正しい。
- ⑤：○建築構造物については建築基準法に適合する耐震性能及び耐震水準を確保するという記述で正しい。

IV-21 下水道法に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 下水道法は、下水道の整備を図り、もって都市の健全な発達及び公衆衛生の向上に寄与し、あわせて公共用水域の水質保全に資することを目的としている。
- ② 公共下水道の設置、改築、維持その他の管理を行えるものは、市町村のみである。
- ③ 公共下水道管理者は、政令で定めるところにより、公共下水道からの放流水の水質検査を行い、その結果を記録しておかなければならない。
- ④ 公共下水道管理者は、条例で定めるところにより、公共下水道を使用する者から使用料を徴収することができる。
- ⑤ 公共下水道管理者は、その管理する公共下水道の台帳を調製し、これを保管しなければならない。

正解は②

公共下水道の設置、改築、維持その他の管理は市町村が行うことが原則だが、下水道法第 3 条第 2 項により、二以上の市町村が受益する場合等には都道府県が行うこともできる。②の「市町村のみである」とする記述は不適切である。

- ①：○下水道法第 1 条の目的規定のとおりで正しい。
- ③：○公共下水道管理者は政令の定めにより放流水の水質検査を行い、その結果を記録しておかなければならないという記述で正しい。
- ④：○公共下水道管理者は条例の定めにより使用料を徴収することができるという記述で正しい。
- ⑤：○公共下水道管理者は管理する公共下水道の台帳を調製し保管しなければならないという記述で正しい。

IV-22 近年では地震による下水道施設の液状化被害が多く発生しているが、液状化に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 液状化の判定を行う土質条件の1つとして、「地下水位が原地盤面から10m以内にあり、かつ、原地盤面から20m以内の深さに存在する飽和土層」がある。
- ② 地盤の液状化が発生すると、傾斜地盤や護岸近傍では側方流動に伴う地盤移動により地盤内の杭や埋設管に大きな被害が生じる危険がある。
- ③ 2004年新潟県中越地震では、周辺地盤が液状化のおそれのない地盤において埋戻し土の液状化が発生し、マンホールの突出が1,400か所以上発生した。
- ④ 液状化は、細粒分含有率FCが35%を超える土層、又は、FCが35%以下でも塑性指数Ipが15を超える土層において発生する。
- ⑤ 地盤の液状化が発生すると、噴砂や噴水が見られ、地盤は圧縮されて沈下する。

正解は④

液状化が発生しやすいのは細粒分の少ない緩い砂質土であり、細粒分含有率FCが35%以下の土層、又はFCが35%を超えても塑性指数Ipが15以下の土層が判定の対象となる。④は大小関係が逆で不適切である。

- ①：○液状化判定を行う土質条件の1つとして「地下水位が原地盤面から10m以内にあり、かつ、原地盤面から20m以内の深さに存在する飽和土層」があるという記述で正しい。
- ②：○液状化が発生すると傾斜地盤や護岸近傍では側方流動に伴う地盤移動により、杭や埋設管に大きな被害が生じる危険があるという記述で正しい。
- ③：○2004年新潟県中越地震では、周辺地盤が液状化のおそれのない地盤において埋戻し土の液状化が発生し、マンホールの突出が1,400か所以上発生したという記述で正しい。
- ⑤：○液状化が発生すると噴砂や噴水が見られ、地盤は圧縮されて沈下するという記述で正しい。

IV-23 下水道管きよの改築における次の組合せのうち、不適切なものはどれか。

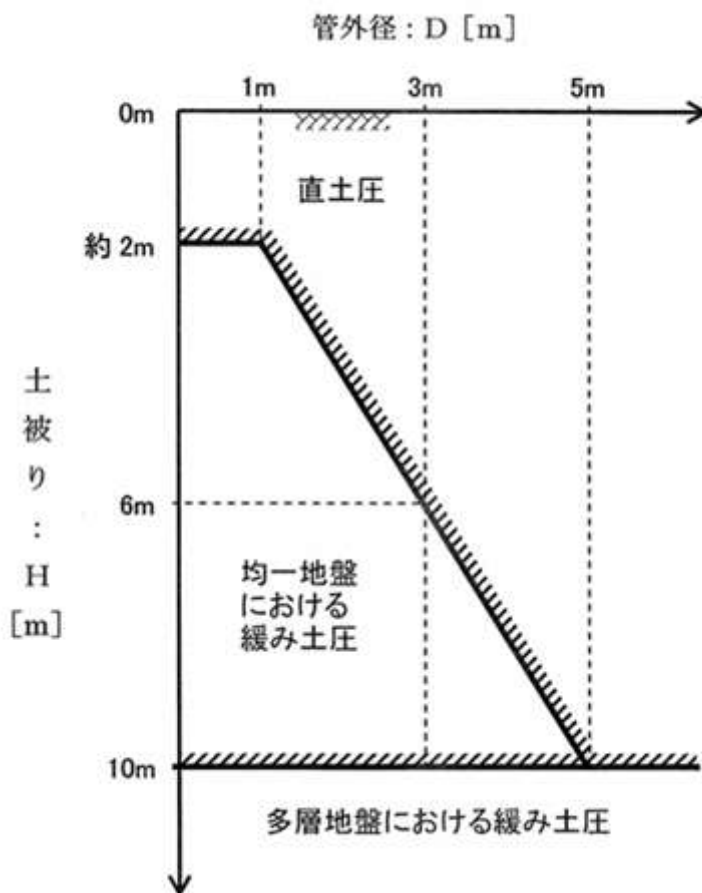
- ① 更生工法－自立管－反転工法
- ② 更生工法－複合管－製管工法
- ③ 更生工法－自立管－改築推進工法
- ④ 布設替工法－開削工法
- ⑤ 更生工法－二層構造管－形成工法

正解は③

改築推進工法は、既設管きよを破碎しながら新しい管きよを推進する工法で、布設替工法に分類される。更生工法として自立管と組み合わせる③は不適切である。

- ①：○反転工法は更生材単独で自立できる強度をもたせる自立管の更生工法であるという組合せで正しい。
- ②：○製管工法は既設管と更生材を一体化させる複合管の更生工法であるという組合せで正しい。
- ④：○布設替工法には開削工法があるという組合せで正しい。
- ⑤：○形成工法は二層構造管の更生工法として用いられるという組合せで正しい。

IV-24 下図は、下水道用推進管に作用する土圧算定式の適用区分図を示すが、次の記述のうち不適切なものはどれか。



- ① 管の内径が 250mm (ヒューム管, 管厚 55mm), 土被り 1.5m の場合の土圧算定式は, 直土圧を用いて算出する。
- ② 管の内径が 500mm (ヒューム管, 管厚 70mm), 土被り 5.0m の場合の土圧算定式は, 均一地盤における緩み土圧を用いて算出する。
- ③ 管の内径が 800mm (ヒューム管, 管厚 80mm), 土被り 4.0m の場合の土圧算定式は, 均一地盤における緩み土圧を用いて算出する。
- ④ 管の内径が 1,500mm (ヒューム管, 管厚 140mm), 土被り 5.0m の場合の土圧算定式は, 直土圧を用いて算出する。
- ⑤ 管の内径が 3,000mm (ヒューム管, 管厚 250mm), 土被り 15.0m の場合の土圧算定式は, 多層地盤における緩み土圧を用いて算出する。

正解は④

図は横軸に管外径 D , 縦軸に土被り H をとった土圧算定式の適用区分図で, 境界線は $D=1\text{m}$ で $H=\text{約 } 2\text{m}$, $D=3\text{m}$ で $H=6\text{m}$, $D=5\text{m}$ で $H=10\text{m}$ を結ぶ。この線より浅ければ直土圧, 深ければ緩み土圧を用い, $H=10\text{m}$ より深ければ多層地盤における緩み土圧となる。

④は管外径が $D=1,500+140\times 2=1,780\text{mm}=1.78\text{m}$ である。境界線上の H は $2+(1.78-1)/(3-1)\times (6-2)=\text{約 } 3.6\text{m}$ であり, 土被り 5.0m はこれより深いから緩み土圧を用いる。「直土圧を用いて算出する」とする④は不適切である。

① : $\phi D=250+55\times 2=360\text{mm}=0.36\text{m}$ 。土被り 1.5m は境界 (約 2m) より浅いので直土圧でよい。

②③ : $\phi D=0.64\text{m}$ (②), $D=0.96\text{m}$ (③)。いずれも土被りが境界より深く 10m より浅いので, 均一地盤における緩み土圧を用いる。

⑤ : $\phi D=3,000+250\times 2=3,500\text{mm}=3.5\text{m}$ 。土被り 15.0m は 10m より深いので, 多層地盤における

緩み土圧を用いる。

IV-25 下水処理プロセスにおける反応タンクに用いられる省エネルギー対策において、不適切なものはどれか。

- ① 超微細気泡装置の導入
- ② ばっ気風量の設定の最適化
- ③ 返送汚泥ポンプのインバータ制御
- ④ 反応タンクへの風量調節弁の導入
- ⑤ インレットベーンの導入

正解は③

③の返送汚泥ポンプは、最終沈殿池から反応タンクへ汚泥を返送する設備であり、反応タンクそのものに用いられる省エネルギー対策ではない。インバータ制御自体は有効な省エネルギー手法だが、本問は「反応タンクに用いられる」対策を問うているので③が不適切である。

- ①：○超微細気泡装置は酸素移動効率がよく、同じ酸素量をより少ない送風量で供給できるため、反応タンクのばっ気に係る省エネルギーになるという記述で正しい。
- ②：○必要以上に送風しないようばっ気風量の設定を最適化することは、反応タンクの省エネルギー対策として正しい。
- ④：○反応タンクごとに風量調節弁を設けて必要な量だけ送ることは、反応タンクの省エネルギー対策として正しい。
- ⑤：○インレットベーンは送風機の吸込側の羽根角度を変えて風量を調整するもので、吐出弁による絞り制御より動力を減らせるため、省エネルギー対策として挙げられる。

IV-26 下水処理における嫌気無酸素好気法の特徴に関する次の記述の、[]に入る語句の組合せとして、適切なものはどれか。嫌気無酸素好気法は、反応タンクの前段に嫌気タンク、中段に無酸素タンク、後段に好気タンクを設置し、循環式硝化脱窒法と嫌気好気活性汚泥法の組合せにより、生物学的に窒素、りんを同時除去する方法である。MLSS濃度は[ア] [mg/L] 程度であり、BOD-SS 負荷は標準活性汚泥法より[イ]，HRTは[ウ] [h] 程度である。

- ① ア：1,500～2,000 イ：大きく ウ：6～8
- ② ア：1,500～2,000 イ：小さく ウ：6～8
- ③ ア：1,500～2,000 イ：大きく ウ：8～16
- ④ ア：2,000～3,000 イ：小さく ウ：16～20
- ⑤ ア：2,000～3,000 イ：大きく ウ：16～20

正解は④

嫌気無酸素好気法は、嫌気タンク・無酸素タンク・好気タンクを直列に設けるため反応タンク容量が大きくなり、HRTは16～20時間程度と標準活性汚泥法（6～8時間）よりかなり長い（ウ＝16～20）。

MLSS 濃度は 2,000～3,000mg/L 程度と、標準活性汚泥法（1,500～2,000mg/L）より高めに保つ（ア＝2,000～3,000）。

反応タンク容量が大きく MLSS 濃度も高いので、BOD-SS 負荷は標準活性汚泥法より小さくなる（イ＝小さく）。したがって④が正しい。

増殖の遅い硝化細菌を系内に保持し、かつ嫌気タンクでりんを放出させる時間を確保するため、低負荷・長時間の運転とするのがこの方法の特徴である。

IV-27 下水汚泥焼却炉の中で、最も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、不適切なものはどれか。

- ① 焼却効率がよく、未燃分が極めて少ない。
- ② 炉の排ガス温度が、臭気分解温度以上で制御される。
- ③ 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。
- 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、炉内温度の自動制御、熱回収が容易である。
- ⑤ 流動媒体の蓄熱量が小さく、炉を停止した際に炉内温度降下が速いため、炉内の点検を迅速に行うことができる。

正解は⑤

流動焼却炉は炉内に高温の流動媒体（砂）を保有しており、その蓄熱量が大きいため炉を停止しても炉内温度の降下が遅い。炉内点検には冷却に時間を要する。⑤は不適切である。

- ①：○流動層内で汚泥が瞬時に分散燃焼するため焼却効率がよく、未燃分が極めて少ないという記述で正しい。
- ②：○排ガス温度が臭気分解温度以上で制御されるため脱臭効果があるという記述で正しい。
- ③：○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：○空気比 1.3 程度の少ない過剰空気運転で、炉内温度の自動制御や熱回収が容易であるという記述で正しい。

IV-28 下水ポンプ場沈砂池の設計に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 沈砂池の幅は 1～5m 程度を標準とし、底部のこう配は 1/100～2/100 程度とする。
- ② 沈砂池の水面積負荷は、雨水沈砂池にあつては $1,800\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ 、汚水沈砂池にあつては $3,600\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ 程度を標準とする。
- ③ 沈砂池の平均流速は、雨水、汚水沈砂池とも、 0.30m/s 程度を標準とする。
- ④ 沈砂池の滞留時間は、雨水、汚水沈砂池とも、30～60 秒程度を標準とする。
- ⑤ ゲートを角型とする場合、のみ口の縦横比は、1.5 : 1 程度を標準とする。

正解は②

沈砂池の水面積負荷は、汚水沈砂池では $1,800\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ 程度、雨水沈砂池では $3,600\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ 程度を標準とする。②は汚水と雨水の数値が入れ替わっており不適切である。雨水沈砂池は流入量が大きく、粒径の大きい砂を対象とするため水面積負荷を大きくとる。

- ①：○沈砂池の幅は 1～5m 程度を標準とし、底部のこう配は 1/100～2/100 程度とするという記述で正しい。
- ③：○平均流速は雨水・汚水沈砂池とも 0.30m/s 程度を標準とするという記述で正しい。
- ④：○滞留時間は雨水・汚水沈砂池とも 30～60 秒程度を標準とするという記述で正しい。
- ⑤：○角型ゲートののみ口の縦横比は 1.5 : 1 程度を標準とするという記述で正しい。

IV－29 下水道施設の維持管理における性能発注の考え方に基づく民間委託に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 性能発注の考え方に基づく民間委託とは、民間事業者が施設を適切に運転し、一定の性能を発揮することができるのであれば、施設の運転方法の詳細等については民間事業者の自由裁量に任せるという考え方である。
- ② 性能発注の考え方に基づく民間委託では、下水道法に基づく下水道管理者としての責任も民間事業者に委ねることが可能である。
- ③ 民間事業者の創意工夫の発揮のためには、提供されるべき下水処理サービスの水準を数値等で示すことを基本とし、維持管理業務の個別具体的な業務仕様の特定については、必要最小限に留めるという考え方を採用する。
- ④ 民間事業者がよりよく管理できるリスクについては、これを民間事業者の負担とするという考え方を基本とする。
- ⑤ 委託者は、民間事業者により提供される下水処理サービスの水準を監視することで、サービスの質を確保することを基本とする。

正解は②

下水道法に基づく下水道管理者としての責任は公共団体が負うものであり、民間事業者に委ねることはできない。性能発注はあくまで業務の実施方法を民間の裁量に委ねるものである。②は不適切である。

- ①：○一定の性能を発揮できるのであれば、施設の運転方法の詳細等は民間事業者の自由裁量に任せるという考え方であるという記述で正しい。
- ③：○提供されるべき下水処理サービスの水準を数値等で示すことを基本とし、個別具体的な業務仕様の特定は必要最小限に留めるという記述で正しい。
- ④：○民間事業者がよりよく管理できるリスクは民間事業者の負担とするという考え方を基本とするという記述で正しい。
- ⑤：○委託者はサービスの水準を監視することで質を確保することを基本とするという記述で正しい。

IV－30 固定化担体を用いた処理法の特徴に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 固定化担体を用いた処理法は、活性汚泥法の反応タンクに添加した担体に微生物を保持させることにより、反応タンク内の微生物濃度を高く保持する方法である。
- ② 固定化担体を用いない通常の処理法と比較して、反応タンクの容量の削減が可能である。
- ③ 固定化担体を用いない通常の処理法と比較して、反応タンクの滞留時間の短縮が可能である。
- ④ 主に生物学的窒素除去プロセスに適用され、有機物除去を目的には適用されない。
- ⑤ 担体が反応タンク内から引き抜かれることがないため、担体に固定化された硝化細菌により安定した硝化反応を維持することができる。

正解は④

固定化担体を用いた処理法は、硝化細菌を保持して窒素除去に用いられるだけでなく、微生物濃度を高めて有機物除去（BOD 除去）の高速化にも適用される。「有機物除去を目的には適用されない」とする④は不適切である。

- ①：○反応タンクに添加した担体に微生物を保持させ、タンク内の微生物濃度を高く保つ方法であるという記述で正しい。
- ②：○微生物濃度を高くできるため、通常の処理法より反応タンク容量を削減できるという記述で正しい。
- ③：○同様に反応タンクの滞留時間を短縮できるという記述で正しい。
- ⑤：○担体は引き抜かれないため、増殖の遅い硝化細菌を系内に保持でき、安定した硝化反応を維持できるという記述で正しい。

IV－31 下水処理水再利用を目的とした高度処理における除去対象物質と処理方法の次の組合せのうち、不適切なものはどれか。

- ① 色度－急速ろ過法
- ② 色度－オゾン酸化法
- ③ 濁度－凝集ろ過法
- ④ 濁度－膜分離法
- ⑤ 微生物－消毒

正解は①

急速ろ過法は懸濁物質（濁度）を除去する方法であり、溶解性の物質による色度は除去できない。①の組合せは不適切である。

- ②：○色度の除去にオゾン酸化法を用いるという組合せで正しい。
- ③：○濁度の除去に凝集ろ過法を用いるという組合せで正しい。
- ④：○濁度の除去に膜分離法を用いるという組合せで正しい。
- ⑤：○微生物の除去（不活化）に消毒を用いるという組合せで正しい。

IV－32 回分式活性汚泥法の管理に関する次の記述において、下線部分が不適切なものはどれか。回分式活性汚泥法は、①最初沈殿池を通常設けず、さらに、②酸素の供給が間欠運転となることから、きょう雑物等による③エアレーション装置の閉塞等が生じやすいので、酸素供給が不十分にならないよう、④反応タンク混合液の溶存酸素及び⑤返送汚泥濃度の監視を行う。

正解は⑤

回分式活性汚泥法は、1つの槽で流入・ばっ気・沈殿・排水を時間で切り替えて行うため、最終沈殿池からの汚泥返送という工程がない。したがって「返送汚泥濃度」の監視は当たらず、下線部⑤が不適切である。監視するのは反応タンク混合液の MLSS 濃度等である。

- ①：○回分式活性汚泥法は最初沈殿池を通常設けないという記述で正しい。
- ②：○ばっ気を時間で切り替えるため酸素の供給が間欠運転となるという記述で正しい。
- ③：○間欠運転となることから、きょう雑物等によるエアレーション装置の閉塞等が生じやすいという記述で正しい。
- ④：○酸素供給が不十分にならないよう反応タンク混合液の溶存酸素を監視するという記述で正しい。

IV－33 下水道における水質試験項目に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

- ① BOD（生物学的酸素要求量）は、水中に含まれる有機物質が、溶存酸素が十分存在し 25℃で 5 日間という条件下で、好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 で表したものをいう。
- ② pH は、水中の水素イオン濃度の常用対数で表される。流入下水は多くの場合、中性又は微酸性で安定している。反応タンク内で、硝化反応が進行した場合、硝化反応に伴い pH が 8.0 前後まで上昇することがある。
- ③ COD（化学的酸素要求量）は、水中の被酸化性物質が、一定の条件の下で酸化剤によって酸化されるのに要する酸素量を mg/L で表したものをいう。COD は、BOD と同様に、水中に含まれる主として有機性汚濁物質量を意味する。
- ④ 硝酸性窒素は、硝酸塩をその窒素量で表したもので、水中の有機性窒素が生物化学的に酸化されて生成する。硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素を無機性窒素と言い、これと有機性窒素を合わせたものを全窒素という。
- ⑤ 大腸菌群は、グラム陽性、無孢子の短かん菌で、一定期間内に乳糖を分解して、アルカリと一定量以上のガスとを発生する細菌群をいう。

正解は③

COD は、水中の被酸化性物質が一定条件下で酸化剤によって酸化されるのに要する酸素量を mg/L で表したもので、BOD と同様に主として有機性汚濁物質量を意味する。③は正しい記述である。

- ①：×BOD の測定条件は 20℃で 5 日間である。「25℃で 5 日間」は誤りである。
- ②：×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。また硝化反応はアルカリ度を消費するため pH は低下する。「微酸性」「pH が 8.0 前後まで上昇」がいずれも誤りである。
- ④：×無機性窒素にはアンモニア性窒素も含まれる。「硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素を無機性窒素と言い」とするのは不正確である。
- ⑤：×大腸菌群はグラム陰性の短かん菌で、乳糖を分解して酸とガスを発生する。「グラム陽性」「アルカリ」がいずれも誤りである。

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

- ① 高温排水が下水管きょに流入すると化学反応や生物的反応が促進され、コンクリート等の腐食及び悪臭ガスの原因となる。
- ② 酸性排水は下水道施設を損傷させ、また、他の排水と混合すると有害ガスを発生する場合がある。酸性、アルカリ性排水は、処理場の微生物の活性を著しく低下させる。
- ③ 浮遊物質濃度の高い排水は下水管の閉塞、処理場への負荷の増大を招く。
- ④ 溶解性有機物濃度の高い排水は、処理場の生物処理に大きな負荷を与え、処理水質を悪化させる。
- ⑤ トリクロロエチレンは下水管内部に付着し管きょを閉塞する。また、処理場の活性汚泥の呼吸が阻害され、処理機能が低下する。

正解は⑤

下水管内部に付着して管きょを閉塞させるのは油類である。トリクロロエチレン等の揮発性有機塩素化合物は下水道施設内で揮散して作業環境を悪化させるもので、管きょを閉塞するものではない。⑤は不適切である。

- ①：○高温排水は化学反応や生物的反応を促進し、コンクリート等の腐食や悪臭ガス発生の原因となるという記述で正しい。
- ②：○酸性排水は下水道施設を損傷させ、他の排水と混合すると有害ガスを発生する場合があり、酸性・アルカリ性排水は処理場の微生物の活性を著しく低下させるという記述で正しい。
- ③：○浮遊物質濃度の高い排水は下水管の閉塞や処理場への負荷の増大を招くという記述で正しい。
- ④：○溶解性有機物濃度の高い排水は生物処理に大きな負荷を与え、処理水質を悪化させるという記述で正しい。

IV－35 下水道施設における腐食対策に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 海の近くに設置する処理場及びポンプ場は、地下水の塩分及び風によって運ばれる塩分による障害が生じ易いので、鉄筋コンクリート構造物については、鉄筋のかぶりを増加させるなどの検討を行うことが望ましい。
- ② 最初沈殿池や汚泥濃縮タンクなど硫化水素の発生しやすい施設は、臭気の発生源となるため覆がいされている事例が多い。このような施設では、換気により内面を乾燥させ、また硫化水素を希釈することにより、腐食を抑制する方法がある。
- ③ 硫化水素が発生しやすい場所におけるコンクリート構造物については、フライアッシュセメントや高炉セメントなどを用いることにより耐久性が向上する。
- ④ 二酸化炭素によるコンクリートの中性化は、最初沈殿池、最終沈殿池で特徴的に見られる。中性化は、コンクリート内部より進行し、コンクリート内の鉄筋を腐食させる。
- ⑤ 腐食性土壌や不均一な土質に配管する場合は金属腐食が発生しやすいため、ポリエチレン系など絶縁抵抗の高い被覆材料等で防食対策を行う必要がある。

正解は④

コンクリートの中性化は、空気中の二酸化炭素がコンクリート表面から侵入して進行するものであり、表面から内部へ向かって進む。④の「コンクリート内部より進行し」とする記述は不適切である。

- ①：○海に近い処理場・ポンプ場は塩分による障害が生じやすいため、鉄筋のかぶりを増加させる等の検討が望ましいという記述で正しい。
- ②：○覆がいされた施設では、換気により内面を乾燥させ硫化水素を希釈することで腐食を抑制する方法があるという記述で正しい。
- ③：○フライアッシュセメントや高炉セメントは水和生成物中の水酸化カルシウムが少なく、硫酸に対する抵抗性が高いため耐久性が向上するという記述で正しい。
- ⑤：○腐食性土壌や不均一な土質では、ポリエチレン系など絶縁抵抗の高い被覆材料等で防食対策を行う必要があるという記述で正しい。