

専門科目（上下水道部門） 2015（H27） 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 水道の歴史に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 水道の歴史はギリシャ、ローマの古代都市にさかのぼるが、水道の目的は場所的な水不足を解消し水利利用の利便性を得るために水路によって水を輸送して供給することであった。
- ② 産業革命後の急速な都市化に伴い、衛生状態が悪化し、これを改善する目的でヨーロッパでは 19 世紀以降、砂ろ過による浄水が行われるようになった。
- ③ 我が国では江戸時代に初めて水道が本格的に作られたが、開水路導水による無浄化・流し放しであり、開国以降、コレラなどの消化器系伝染病が猛威を振るっていた。
- ④ 開港場からの消化器系伝染病の上陸を止め、国際的な評価を下げないために、1887 年、イギリス人技師 H.S.パーマーの設計の下、横浜に我が国最初の近代水道が建設された。
- ⑤ 横浜に近代水道が建設された後、函館、長崎、神戸、下関など各地に水道が建設されることで、昭和初期には衛生状態は全国的に急速に改善し、消化器系伝染病の発生はほとんどなくなった。

正解は⑤

近代水道の普及は消化器系伝染病の減少に大きく寄与したが、昭和初期の時点では普及率はまだ低く、戦中・戦後にかけてもコレラや赤痢等の発生は続いていた。「昭和初期には衛生状態は全国的に急速に改善し、消化器系伝染病の発生はほとんどなくなった」とするのは言い過ぎであり不適切である。

- ①：○古代ギリシャ・ローマの水道は、場所的な水不足を解消し水利利用の利便性を得るために水路で水を運ぶものであったという記述で正しい。
- ②：○産業革命後の都市化による衛生状態の悪化を改善するため、ヨーロッパでは 19 世紀以降に砂ろ過による浄水が行われるようになったという記述で正しい。
- ③：○我が国では江戸時代に神田上水・玉川上水など本格的な水道が作られたが、開水路導水による無浄化・流し放しであったという記述で正しい。
- ④：○1887 年（明治 20 年）、イギリス人技師 H.S.パーマーの設計により横浜に我が国最初の近代水道が建設されたという記述で正しい。

Ⅲ－2 上水道の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 計画給水量の算定に用いられる負荷率は、1 日最大給水量に対する 1 日平均給水量の割合をパーセントで表したもので、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。
- ② 水需要予測に当たっては、節水や水の循環利用等の水需要に影響を与える要因や、地下水利用の動向等にも配慮することが必要である。
- ③ 用途別使用水量とは、使用水量を用途別に分類したもので、生活用水量、業務・営業用水量及び工場用水量などである。
- ④ 計画有効率は、今後の給・配水整備計画などを反映させ設定することとするが、漏水防止対策の将来計画など諸条件に配慮して可能な限り高い目標値とすることが望ましい。
- 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①

負荷率は 1 日最大給水量に対する 1 日平均給水量の割合であり、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傾向がある。①は高低が逆で不適切である。

②：○水需要予測では、節水や水の循環利用等の要因や地下水利用の動向にも配慮する必要があるという記述で正しい。

③：○用途別使用水量は生活用水量、業務・営業用水量及び工場用水量などに分類されるという記述で正しい。

④：○計画有効率は給・配水整備計画や漏水防止対策の将来計画を反映し、可能な限り高い目標値とすることが望ましいという記述で正しい。

⑤：○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。

Ⅲ－3 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、最も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へ注入し、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へ注入し、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還元して水酸化物とし、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。

Ⅲ－4 浄水場の沈砂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 位置は、可能な限り取水口に接近して堤外地に設ける。
- ② 池内平均流速は、 $2\sim 7\text{cm/秒}$ を標準とする。
- ③ 池の幅は、長さの $1/3\sim 1/8$ を標準とする。
- ④ 池の高水位は、計画取水量が流入できるように、取水口の計画最低水位以下に定める。
- ⑤ 池の有効水深は、 $3\sim 4\text{m}$ を標準とし、堆砂深さを $0.5\sim 1\text{m}$ を見込む。

正解は①

沈砂池は、洪水時の流水や流木等の影響を避けるため、取水口に接近した堤内地に設けるのが原則である。「堤外地に設ける」とする記述は不適切である。

- ②：○池内平均流速は $2\sim 7\text{cm/秒}$ を標準とするという記述で正しい。
- ③：○池の幅は長さの $1/3\sim 1/8$ を標準とするという記述で正しい。
- ④：○池の高水位は、計画取水量が流入できるように取水口の計画最低水位以下に定めるという記述で正しい。
- ⑤：○池の有効水深は $3\sim 4\text{m}$ を標準とし、堆砂深さを $0.5\sim 1\text{m}$ 見込むという記述で正しい。

Ⅲ－5 凝集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。原水中に含まれる粘土等の微粒子やコロイドはほとんどが〔ア〕の電荷を帯びており，互いに反発しあって安定して水中に存在している。これにアルミニウム塩や鉄塩など金属系の凝集剤を加え，できるだけ急速で攪拌し，微粒子やコロイド表面の〔ア〕の荷電を凝集剤の〔イ〕の荷電で中和して濁質を微小なフロックにする。この段階を〔ウ〕という。〔ウ〕を経た微小フロックは緩やかな攪拌を加えることによって，互いに衝突を繰り返して大きなフロックへと成長する。この過程を〔エ〕といい，相互の粒子の間に働く結合力のほかに，添加した凝集剤の持つ〔オ〕によって達成される。

- ① ア：正 イ：負 ウ：フロック形成 エ：凝集処理 オ：架橋作用
- ② ア：正 イ：負 ウ：凝集処理 エ：フロック形成 オ：架橋作用
- ③ ア：正 イ：負 ウ：凝集処理 エ：フロック形成 オ：吸着作用
- ④ ア：負 イ：正 ウ：フロック形成 エ：凝集処理 オ：吸着作用
- ⑤ ア：負 イ：正 ウ：凝集処理 エ：フロック形成 オ：架橋作用

正解は⑤

原水中の粘土等の微粒子やコロイドは，ほとんどが負の電荷を帯びて互いに反発し合い，安定して水中に分散している（ア＝負）。ここへ正の荷電をもつアルミニウム塩や鉄塩の凝集剤を加えて急速攪拌し，荷電を中和して微小フロックにする段階を凝集処理という（イ＝正，ウ＝凝集処理）。

その後，緩やかな攪拌（フロキュレーション）によって微小フロックを衝突・成長させる過程がフロック形成であり（エ＝フロック形成），高分子の凝集剤が粒子どうしを橋渡しする架橋作用によっても促進される（オ＝架橋作用）。したがって⑤が正しい。

Ⅲ－6 浄水処理における沈殿池について，次の（ア）～（エ）の説明に当てはまる沈殿池の最も適切な組合せはどれか。（ア）薬品注入，急速攪拌，フロック形成，沈殿処理を1つの槽の中で行う。（イ）薬品注入，混和，フロック形成を経て大きく成長したフロックをできるだけ沈殿させ，急速ろ過池への負担を軽減する。（ウ）緩速ろ過池と組み合わせて設けられるもので，自然沈降によって懸濁物質を除去する。（エ）フロックの沈降距離を短くすることによって，沈殿時間を減少させ，沈殿池の処理能力を向上させる。

- ① ア：高速凝集沈殿池 イ：普通沈殿池 ウ：傾斜板沈殿池 エ：薬品沈殿池
- ② ア：薬品沈殿池 イ：普通沈殿池 ウ：傾斜板沈殿池 エ：高速凝集沈殿池
- ③ ア：傾斜板沈殿池 イ：薬品沈殿池 ウ：普通沈殿池 エ：高速凝集沈殿池
- ④ ア：普通沈殿池 イ：高速凝集沈殿池 ウ：薬品沈殿池 エ：傾斜板沈殿池
- ⑤ ア：高速凝集沈殿池 イ：薬品沈殿池 ウ：普通沈殿池 エ：傾斜板沈殿池

正解は⑤

（ア）薬品注入から沈殿処理までを1つの槽で行うのは高速凝集沈殿池である。

（イ）薬品注入・混和・フロック形成を経たフロックを沈殿させ，急速ろ過池への負担を軽減するのは薬品沈殿池である。

（ウ）緩速ろ過池と組み合わせ，自然沈降で懸濁物質を除去するのは普通沈殿池である。

（エ）沈降距離を短くして沈殿時間を減らし処理能力を高めるのは傾斜板沈殿池である。

したがって⑤の組合せが正しい。

Ⅲ－７ 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 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。
- ② マイクロブロック法とは、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、ブ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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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い場合には、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。

正解は④

急速ろ過池のろ層洗浄には、原則としてろ過水（浄水）を用いる。原水を用いるとろ層を汚染してしまう。④の「洗浄には、原則として原水を用いる」とする記述は不適切である。

- ①：○急速ろ過池ではろ過のみでコロイドや懸濁物質を除去することはできないため、必ず凝集剤を用いるという記述で正しい。
- ②：○マイクロブロック法は低水温・低濁度原水を対象に、凝集剤の注入・混和の後、ブロック形成と沈殿処理を省いてろ過する方法であるという記述で正しい。
- ③：○急速ろ過のろ過速度は砂単層で 120～150m／日、多層で 240m／日以下が一般的であるという記述で正しい。
- ⑤：○クリプトスポリジウム等の汚染のおそれが高い場合は、ろ過池出口の濁度を 0.1 度以下に維持するよう運転管理するという記述で正しい。

Ⅲ－８ 消毒剤に関する次の記述の下線部のうち、最も不適切なものはどれか。水道水の消毒は、①水道法の規定により塩素によるものとなっており、その塩素消毒剤として、現在は次亜塩素酸ナトリウムが主として使用されている。次亜塩素酸ナトリウムは、②日光、特に紫外線により分解が促進され、③保管温度が低いと分解が速く、有効塩素濃度が急激に減少し、逆に塩素酸濃度が急激に増加する。このような状況や浄水における検出状況を踏まえ、平成 20 年 4 月から④塩素酸の水質基準項目（基準値 0.6mg／L 以下）が追加された。市販の水道用次亜塩素酸ナトリウムは、製造時の不純物として、⑤臭素酸が含まれている。

正解は③

次亜塩素酸ナトリウムは保管温度が高いほど分解が速く、有効塩素が減って塩素酸が増える。したがって冷暗所での保管が必要である。下線部③の「保管温度が低いと分解が速く」は逆で不適切である。

- ①：○水道法により水道水の消毒は塩素によることとされているという記述で正しい。
- ②：○次亜塩素酸ナトリウムは日光（特に紫外線）により分解が促進されるという記述で正しい。
- ④：○平成 20 年 4 月から塩素酸が水質基準項目に追加され、基準値は 0.6mg／L 以下とされたという記述で正しい。
- ⑤：○市販の水道用次亜塩素酸ナトリウムには、製造時の不純物として臭素酸が含まれているという記述で正しい。

Ⅲ－9 次のうち、紫外線消毒に関する記述として最も不適切なものはどれか。

- ① 濁度や色度が高い水に適している。
- ② 水に臭味を生ずるおそれがない。
- ③ 残留効果がない。
- ④ クリプトスポリジウムの不活化に有効である。
- ⑤ 過剰注入の危険がない。

正解は①

紫外線消毒は、濁度や色度が高い水では紫外線が吸収・散乱されて透過率が下がり、十分な照射量を確保できない。①の「濁度や色度が高い水に適している」とする記述は不適切である。

- ②：○紫外線は薬品を加えないため、水に臭味を生ずるおそれがないという記述で正しい。
- ③：○紫外線には残留効果がないため、後段で塩素消毒を行う必要があるという記述で正しい。
- ④：○紫外線はクリプトスポリジウムの不活化に有効であり、塩素耐性のある原虫対策として用いられるという記述で正しい。
- ⑤：○薬品を注入しないので過剰注入の危険がないという記述で正しい。

Ⅲ－10 浄水処理における膜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 浄水処理に主に使用されている膜ろ過は精密ろ過と限外ろ過であり、除去対象物質は懸濁物質を主体とする不溶解性物質である。
- ② 膜ろ過流束とは、単位時間に単位膜面を通過する水量のことである。
- ③ 全量ろ過方式の場合、一般的に、膜面流速を一定以上に確保すれば、膜面への付着物質の蓄積が抑制される。
- ④ 膜モジュールの通水方式には、処理対象水を膜の外側から供給する外圧式と膜の内側から供給する内圧式とがある。
- ⑤ ナノろ過法はふるい分けに加え、表面荷電によるイオン除去能を有する膜ろ過法である。

正解は③

膜面流速を確保して膜面への付着物の蓄積を抑えるのはクロスフローろ過方式の考え方であり、全量ろ過（デッドエンドろ過）方式では供給した水をすべてろ過するため膜面に沿う流れがなく、膜面流速という概念がない。③は不適切である。

- ①：○浄水処理に主に用いられる膜ろ過は精密ろ過（MF）と限外ろ過（UF）で、除去対象は懸濁物質を主体とする不溶解性物質であるという記述で正しい。
- ②：○膜ろ過流束（フラックス）は単位時間に単位膜面を通過する水量であるという記述で正しい。
- ④：○膜モジュールの通水方式には外圧式と内圧式があるという記述で正しい。
- ⑤：○ナノろ過膜はふるい分けに加えて膜表面の荷電によるイオン除去能を有するという記述で正しい。

Ⅲ－11 配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 池数は、原則として 2 池以上とする。
- ② 有効水深は、原則として 8～12m とする。
- ③ 有効容量は、給水区域の計画 1 日最大給水量の 12 時間分を標準とする。
- ④ 配水池の流入部は、越流ぜきを設けるか、流入管を落とし込み方式とするか又は逆止弁を設ける。
- ⑤ 高水位から配水池上床版まで 30cm 程度の余裕高をとる。

正解は②

配水池の有効水深は、原則として 3～6m とする。②の「8～12m」は不適切である。水深を大きくしすぎると、構造上の負担が増えるうえ滞留による水質悪化も生じやすい。

- ①：○池数は原則として 2 池以上とし、清掃や補修の際にも配水が続けられるようにするという記述で正しい。
- ③：○有効容量は給水区域の計画 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。
- ④：○流入部には越流ぜきを設けるか、流入管を落とし込み方式とするか、又は逆止弁を設けるという記述で正しい。
- ⑤：○高水位から上床版まで 30cm 程度の余裕高をとるという記述で正しい。

Ⅲ－12 配水管の管径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。

配水管の管径は、管路の動水圧が、平常時、火災時のいずれにおいても、それぞれ設計上の最小 [ア] 以上になるような大きさにする。また、給水区域内の [イ] 分布が均等になるように各管径を決めなければならない。管径の計算に当たっては、配水池、配水塔及び高架タンクの水位は、いずれも [ウ] をとる。管水路の流量計算式のうち、最も代表的なものは [エ] 公式である。

- ① ア：静水圧 イ：流量 ウ：低水位 エ：ハーディ・クロス
- ② ア：動水圧 イ：水圧 ウ：低水位 エ：ヘーゼン・ウィリアムス
- ③ ア：動水圧 イ：流量 ウ：低水位 エ：ハーディ・クロス
- ④ ア：静水圧 イ：水圧 ウ：高水位 エ：ヘーゼン・ウィリアムス
- ⑤ ア：静水圧 イ：流量 ウ：高水位 エ：ハーディ・クロス

正解は②

配水管の管径は、平常時・火災時のいずれにおいても管路の動水圧が設計上の最小動水圧以上になる大きさとする（ア＝動水圧）。また給水区域内の水圧分布が均等になるよう各管径を決める（イ＝水圧）。

管径計算では最も条件の厳しい状態を想定するため、配水池・配水塔・高架タンクの水位はいずれも低水位をとる（ウ＝低水位）。管水路の流量計算式の代表はヘーゼン・ウィリアムス公式である（エ＝ヘーゼン・ウィリアムス）。したがって②が正しい。

ハーディ・クロス法は管網計算の収束計算手法であって、管水路の流量公式ではない。

Ⅲ－13 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 ポンプの据付位置をできるだけ下げる。
- ② 吸込管の口径はできるだけ大きくする。
- ③ ポンプの回転速度を低くする。
- ④ 吸込側のバルブを絞る、流量を制御する。
- ⑤ 両吸込形のポンプを採用する。

正解は④

吸込側のバルブを絞ると吸込側の圧力が下がり、利用できる有効吸込水頭（NPSH）が小さくなってキャビテーションが起こりやすくなる。流量制御は吐出側で行うのが原則であり、④は不適切である。

- ①：○ポンプの据付位置を下げれば吸込水面との高低差が小さくなり、有効吸込水頭が大きくなるという記述で正しい。
- ②：○吸込管の口径を大きくすれば流速と損失水頭が小さくなり、有効吸込水頭が大きくなるという記述で正しい。
- ③：○回転速度を低くすると必要有効吸込水頭が小さくなるという記述で正しい。
- ⑤：○両吸込形は羽根車の片側当たりの流量が半分になり、必要有効吸込水頭を小さくできるという記述で正しい。

Ⅲ－14 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：潤辺 イ：1/2 ウ：最小
- ② ア：流積 イ：2/3 ウ：最小
- ③ ア：潤辺 イ：2/3 ウ：最大
- ④ ア：流積 イ：2/3 ウ：最大
- ⑤ ア：潤辺 イ：1/2 ウ：最大

正解は④

マニング公式は $v = (1/n) \cdot R^{(2/3)} \cdot I^{(1/2)}$ (R：径深＝流積 A/潤辺 P) で表される。潤辺が同じであれば平均流速は流積の 2/3 乗に比例する (ア＝流積, イ＝2/3)。

また、与えられた流水断面に対して径深が最大（すなわち潤辺が最小）となる断面を水理的最良断面という (ウ＝最大)。潤辺が小さいほど壁面の摩擦が小さく、同じ断面積でより多くの水を流せる。したがって④が正しい。

Ⅲ－15 浄水施設の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 排水処理施設は、発生ケーキが処分又は有効利用に適した処理ができるものとする。
- ② 固形物量は、原水濁度の変動に左右されるので、変動が大きい施設の設計においては、高濁度時の固形物を一時貯留し、平常時に処理できるよう考慮する。
- ③ 排水を再度原水として利用するクローズドシステムを採用する場合は、浄水処理の工程に支障を及ぼすことのないような措置を講じる。
- ④ アルミニウムの原水濁度に対する添加比（ALT 比）が低い方が、脱水性は悪い。
- ⑤ 排水処理施設からの発生ケーキは、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」で汚泥（無機性汚泥）に該当し、産業廃棄物の取扱いを受ける。

正解は④

ALT 比（アルミニウムの原水濁度に対する添加比）が低いということは、濁質に対して凝集剤由来の水酸化アルミニウムが少ないということであり、スラッジの脱水性はよい。「低い方が、脱水性は悪い」とする記述は逆で不適切である。

- ①：○排水処理施設は、発生ケーキが処分又は有効利用に適した処理ができるものとするという記述で正しい。
- ②：○固形物量は原水濁度の変動に左右されるため、高濁度時の固形物を一時貯留して平常時に処理できるよう考慮するという記述で正しい。
- ③：○クローズドシステムを採用する場合は、浄水処理の工程に支障を及ぼさない措置を講じるという記述で正しい。
- ⑤：○発生ケーキは廃棄物処理法上の汚泥（無機性汚泥）に該当し、産業廃棄物の取扱いを受けるという記述で正しい。

Ⅲ－16 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 農薬類は水質管理目標設定項目に位置づけられており、現在 120 種が対象農薬リストとして掲載されている。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 有機リン系農薬であるダイアジノン は原体のみならず、そのオキソン体の濃度も測定し、原体の濃度とオキソン体濃度を原体に換算した濃度を合計して算出する。

正解は②

対象農薬リストに掲載されている農薬は、全種類を測定するのではなく、地域における使用状況や水源への流出のおそれ等を踏まえて測定対象を選定する。②は不適切である。

- ①：○農薬類は水質管理目標設定項目に位置づけられ、対象農薬リストに多数の農薬が掲載されているという記述で正しい。
- ③：○農薬類には、検出値を目標値で除した比の総和が 1 を超えないこととする総農薬方式が適用されているという記述で正しい。
- ④：○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という記述で正しい。
- ⑤：○ダイアジノン は原体のみならずオキソン体の濃度も測定し、原体換算して合計するという記述で正しい。

Ⅲ－17 水質基準に関する省令等の改正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。平成 26 年 4 月 1 日に水質基準項目として新たに〔ア〕が追加され，水質基準は 0.04mg/L 以下となった。平成 27 年 4 月 1 日に水質基準項目の〔イ〕に係る水質基準が 0.03mg/L 以下に強化された。

- ① ア：亜硝酸態窒素 イ：クロロホルムとブロモホルム
- ② ア：硝酸態窒素 イ：クロロホルムとブロモホルム
- ③ ア：亜硝酸態窒素 イ：ジクロロ酢酸とトリクロロ酢酸
- ④ ア：硝酸態窒素 イ：ジクロロ酢酸とトリクロロ酢酸
- ⑤ ア：亜硝酸態窒素 イ：ジクロロアセトニトリルと抱水クロラール

正解は③

平成 26 年 4 月 1 日に亜硝酸態窒素が水質基準項目として追加され，基準値は 0.04mg/L 以下とされた（ア＝亜硝酸態窒素）。平成 27 年 4 月 1 日にはジクロロ酢酸が 0.04 から 0.03mg/L 以下に，トリクロロ酢酸が 0.2 から 0.03mg/L 以下にそれぞれ強化された（イ＝ジクロロ酢酸とトリクロロ酢酸）。したがって③が正しい。

硝酸態窒素は亜硝酸態窒素と合算した「硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素」として以前から基準項目であり，新たに追加されたものではない。

Ⅲ－18 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 計画汚水量は，下水道施設計画・設計の基本数値であり，計画 1 日平均汚水量，計画 1 日最大汚水量及び計画時間最大汚水量の 3 つの汚水量について求める。
- ② 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。
- ③ 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，主に処理場の施設設計に用いる。
- ④ 地下水量は，計画区域と類似した条件の施工事例等から推定する。なお，推定が困難な区域については，生活污水量と営業汚水量の和に対する日平均汚水量の 5%を見込むものとする。
- ⑤ 生活污水量は，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 日生活污水量を算定し，1 人 1 日生活污水量に計画人口を乗じることにより求める。

正解は④

地下水量は，推定が困難な区域については 1 人 1 日最大汚水量の 10～20%を見込むものとされている。④の「生活污水量と営業汚水量の和に対する日平均汚水量の 5%」は不適切である。

- ①：○計画汚水量は，計画 1 日平均汚水量，計画 1 日最大汚水量及び計画時間最大汚水量の 3 つについて求めるという記述で正しい。
- ②：○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 1 日最大汚水量は年間最大汚水量発生日の汚水量で，主に処理場の施設設計に用いるという記述で正しい。
- ⑤：○生活污水量は 1 人 1 日給水量を基に 1 人 1 日生活污水量を算定し，計画人口を乗じて求めるという記述で正しい。

Ⅲ－19 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 雨水貯留には、公園貯留、各戸貯留、雨水調整池、雨水貯留管等がある。
- 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 雨水浸透には浸透ます、浸透トレンチ、透水性舗装等がある。雨水浸透施設の導入により、総流出量及びピーク流出量が削減される。
- ⑤ オンサイト貯留とは、流出した雨水を集水して別の場所で貯留し、比較的大規模に雨水流出を抑制するもので、河川管理者や下水道管理者が管理することが一般的である。

正解は⑤

オンサイト貯留は、雨水が降ったその場所で一時貯留して流出を抑制するものである。⑤の「流出した雨水を集水して別の場所で貯留し、比較的大規模に雨水流出を抑制する」のはオフサイト貯留の説明であり不適切である。

- 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という記述で正しい。
- ②：○雨水貯留には公園貯留、各戸貯留、雨水調整池、雨水貯留管等があるという記述で正しい。
- ③：○浸透適地マップを作成して浸透適地を把握することが望ましいという記述で正しい。
- ④：○雨水浸透には浸透ます、浸透トレンチ、透水性舗装等があり、総流出量及びピーク流出量が削減されるという記述で正しい。貯留施設がピーク流出量を抑えるのに対し、浸透施設は総流出量も減らせる点が特徴である。

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である。
- 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 工場排水の汚濁負荷量は、下水道に受け入れる工場のうち、排出負荷量が大きいと予測されるものについては、実測することが望ましい。
- ④ 観光汚水による汚濁負荷量は、宿泊観光客数とその原単位から推定する。
- ⑤ 計画汚濁負荷量は、生活污水、営業汚水、工場排水、観光汚水等の汚濁負荷量の合計値とする。

正解は④

観光汚水による汚濁負荷量は、宿泊観光客だけでなく日帰り観光客も対象とし、それぞれの客数と原単位から推定する。④は不適切である。

- ①：○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であるという記述で正しい。
- 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という記述で正しい。
- ③：○排出負荷量が大きいと予測される工場については実測することが望ましいという記述で正しい。
- ⑤：○計画汚濁負荷量は生活污水、営業汚水、工場排水、観光汚水等の汚濁負荷量の合計値とするという記述で正しい。

Ⅲ－21 下水道における排除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 下水の排除方式には分流式と合流式とがあり、分流式は汚水と雨水とを別々の管路系統で排除する方式で、合流式は同一の管路系統で排除する方式である。
- ② 公共用水域の水質汚濁防止を重視して、下水道計画における排除方式は原則として分流式とする。
- ③ 分流式の污水管きょは小口径のため、合流式に比べて、管きょのこう配が緩くなり埋設深が浅くなる場合がある。
- ④ 合流式は、主に大都市圏において比較的初期から、低地帯の雨水による浸水防止を主目的として事業を実施してきた区域において利用されている方式である。
- ⑤ 合流式は、降雨時に管きょ内の沈殿物が一時に掃流され、処理場に大きな負担をかけることや、雨水吐からある一定倍率以上に希釈された下水が直接放流されることなど、水質保全上の問題がある。

正解は③

分流式の污水管きょは小口径であるため、所要の流速を確保するのに必要なこう配が急になり、合流式に比べて埋設深が深くなる場合がある。③はこう配と埋設深が逆で不適切である。

- ①：○分流式は汚水と雨水を別々の管路系統で、合流式は同一の管路系統で排除する方式であるという記述で正しい。
- ②：○公共用水域の水質汚濁防止を重視して、排除方式は原則として分流式とするという記述で正しい。
- ④：○合流式は大都市圏で比較的初期から、低地帯の浸水防止を主目的として事業を実施してきた区域で利用されているという記述で正しい。
- ⑤：○合流式は降雨時に管きょ内の沈殿物が一時に掃流されて処理場の負担となることや、雨水吐から希釈された下水が直接放流されることなど、水質保全上の問題があるという記述で正しい。

Ⅲ－22 下表のア～エのうち、2つの下水処理法の特徴の組合せとして適切なものはいくつあるか。（表：項目／オキシデーションディッチ法／標準活性汚泥法）ア SRT：大／小 イ 処理水量当たりの施設面積：小さい／大きい ウ 維持管理の容易性：容易／難しい エ 余剰汚泥の発生量：多い／少ない

- ① 0
- ② 1
- ③ 2
- ④ 3
- ⑤ 4

正解は③

オキシデーションディッチ法は、長時間曝気により SRT を長くとる低負荷型の処理法である。これを踏まえて表を1項目ずつ確かめる。

ア：○SRT はオキシデーションディッチ法が大、標準活性汚泥法が小であり、適切である。

イ：×オキシデーションディッチ法は反応タンク容量が大きいいため、処理水量当たりの施設面積は標準活性汚泥法より大きい。表は逆である。

ウ：○最初沈殿池や汚泥消化を省略でき、運転も安定しているためオキシデーションディッチ法は維持管理が容易であり、適切である。

エ：×SRT が長く汚泥が自己消化するため、オキシデーションディッチ法の余剰汚泥発生量は標準活性汚泥法より少ない。表は逆である。

適切なものはアとウの2つであるから③が正しい。

Ⅲ－23 次のうち、下水の高度処理における除去対象物質と高度処理プロセスの組合せとして最も不適切なものはどれか。

- ① 濁度 － 膜分離法
- ② 色度 － 活性炭吸着法
- ③ 浮遊性有機物 － 急速ろ過法
- ④ 窒素 － 循環式硝化脱窒法
- ⑤ 窒素，りん － 嫌気好気活性汚泥法

正解は⑤

嫌気好気活性汚泥法（AO 法）は、嫌気タンクと好気タンクを組み合わせる生物学的にりんを除去する方法であり、硝化・脱窒の工程がないため窒素の除去はできない。「窒素，りん」の除去プロセスとする⑤の組合せは不適切である。窒素とりんを同時に除去するのは嫌気無酸素好気法（A2O 法）である。

- ①：○濁度（懸濁物質）の除去に膜分離法を用いるという組合せで正しい。
- ②：○色度の除去に活性炭吸着法を用いるという組合せで正しい。
- ③：○浮遊性有機物の除去に急速ろ過法を用いるという組合せで正しい。
- ④：○窒素の除去に循環式硝化脱窒法を用いるという組合せで正しい。

Ⅲ－24 汚泥容量指標（SVI）とは、反応タンク内混合液を 30 分間静置した場合、1g の活性汚泥浮遊物質が占める容積を mL 単位で示したものである。標準活性汚泥法において、汚泥の活性汚泥沈殿率（SV30）が 30%，MLSS 濃度が 2,000mg/L のとき、汚泥容量指標（SVI）の値として最も適切なものはどれか。

- ① 100
- ② 150
- ③ 300
- ④ 450
- ⑤ 600

正解は②

汚泥容量指標（SVI）は、活性汚泥 1g が占める容積を mL で表したものであり、次式で求められる。

$$SVI = SV30 [\%] \times 10,000 / MLSS [mg/L]$$

$$= 30 \times 10,000 / 2,000 = 150$$

したがって②が正しい。SVI は概ね 50～150 が良好な範囲とされ、200 を超えるとバルキング（汚泥膨化）が疑われる。

Ⅲ－25 有効水深 3.5m，滞留時間 3 時間の沈殿池の水面積負荷 ($\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$) として最も適切なものはどれか。

- ① 7
- ② 14
- ③ 21
- ④ 28
- ⑤ 35

正解は④

水面積負荷は流入流量 Q を沈殿池の水面積 A で除した値であり，有効水深 H ，滞留時間 T の沈殿池では $Q/A = H/T$ となる。

$H = 3.5\text{m}$ ， $T = 3 \text{ 時間} = 3/24 \text{ 日} = 0.125 \text{ 日}$ であるから

$Q/A = 3.5/0.125 = 28 [\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})]$

したがって④が正しい。

Ⅲ－26 下水道の標準活性汚泥法における最終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 池の形状は長方形，正方形又は円形とする。長方形池では，長さとは幅との比は 3 : 1 以上とし，池数は原則として 2 池以上とする。
- ② 排泥のために汚泥かき寄せ機を設ける。この場合の池のこう配は，長方形池の場合 1/100～2/100 とする。
- ③ 水面積負荷は，計画 1 日最大汚水量に対して， $200 \sim 300 \text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ を標準とする。
- ④ 流出設備は，越流ぜきとし，越流負荷は $150 \text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{日})$ を標準とする。
- ⑤ 汚泥の引抜きは，ポンプでの引抜きを原則とし，ポンプの台数は予備を含めて 2 台以上とする。

正解は③

標準活性汚泥法における最終沈殿池の水面積負荷は，計画 1 日最大汚水量に対して $20 \sim 30 \text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ を標準とする。③の「 $200 \sim 300 \text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ 」は一桁大きく不適切である。最終沈殿池は活性汚泥フロックを沈降させるため，最初沈殿池よりも小さな水面積負荷とする。

- ①：○池の形状は長方形，正方形又は円形とし，長方形池では長さとは幅との比は 3 : 1 以上，池数は原則 2 池以上とするという記述で正しい。
- ②：○汚泥かき寄せ機を設ける場合の長方形池のこう配は 1/100～2/100 とするという記述で正しい。
- ④：○流出設備は越流ぜきとし，越流負荷は $150 \text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{日})$ を標準とするという記述で正しい。
- ⑤：○汚泥の引抜きはポンプを原則とし，台数は予備を含めて 2 台以上とするという記述で正しい。

Ⅲ－27 嫌気無酸素好気法の設計及び維持管理上の留意点に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 設計流入水質，設計処理水質等によるが，一般的に反応タンクの容量が標準活性汚泥法の反応タンクの容量に比べると大きくなる。
- ② 流入水中の有機物はりん除去に影響を及ぼすので，最初沈殿池で，できるだけ多く有機物除去をする。
- ③ 嫌気性確保のため，嫌気タンクと無酸素タンクの仕切り壁は，開口部面積を必要以上に大きくしない構造とする。
- ④ 嫌気タンクでの生物反応の促進及び汚泥の沈積防止のため，嫌気タンクにはかくはん装置を設ける。
- ⑤ 硝化液の循環方法として，循環ポンプを使用するほかに好気タンクへの送気設備を利用したエアリフト効果による循環流を利用する方法もある。

正解は②

嫌気無酸素好気法では，嫌気タンクでりんを放出させるために流入水中の有機物（特に揮発性脂肪酸）が必要である。最初沈殿池で有機物を除去しすぎるとりん除去性能が低下するため，最初沈殿池の滞留時間を短くするなどして有機物を残す運用をとる。②は不適切である。

- ①：○窒素・りんの除去工程を設けるため，反応タンク容量は標準活性汚泥法より大きくなるという記述で正しい。
- ③：○嫌気性を確保するため，嫌気タンクと無酸素タンクの仕切り壁の開口部面積を必要以上に大きくしない構造とするという記述で正しい。
- ④：○嫌気タンクには生物反応の促進と汚泥の沈積防止のためかくはん装置を設けるという記述で正しい。
- ⑤：○硝化液の循環には循環ポンプのほか，送気設備によるエアリフト効果を利用する方法もあるという記述で正しい。

Ⅲ－28 下水ポンプ場の沈砂池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 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。
- ② 沈砂池の平均流速と滞留時間は、汚水、雨水ともに、平均流速 $0.30\text{m}/\text{秒}$ 程度、滞留時間 $30\sim 60$ 秒程度を標準とする。
- ③ 沈砂池には、池の操作、不時の停電、沈砂池機械やポンプの修繕等のため、流入口にゲートを設け、流出口にゲート又は角落しを設ける。
- ④ ポンプの計画吸込み水位は、原則として、汚水ポンプは流入管きよの日平均汚水量、雨水ポンプ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。
- ⑤ ポンプの設置台数は、計画汚水量及び計画雨水量に対して、汚水ポンプでは $2\sim 5$ 台、雨水ポンプでは $2\sim 6$ 台を標準とする。

正解は①

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。①は汚水と雨水の数値が入れ替わっており不適切である。

- ②：○平均流速は汚水・雨水とも $0.30\text{m}/\text{秒}$ 程度、滞留時間は $30\sim 60$ 秒程度を標準とするという記述で正しい。
- ③：○池の操作や停電、機械・ポンプの修繕等のため、流入口にゲート、流出口にゲート又は角落しを設けるという記述で正しい。
- ④：○計画吸込み水位は、汚水ポンプは流入管きよの日平均汚水量、雨水ポンプは計画下水量が流入する際の水位から求めるという記述で正しい。
- ⑤：○ポンプの設置台数は汚水ポンプで $2\sim 5$ 台、雨水ポンプで $2\sim 6$ 台を標準とするという記述で正しい。

Ⅲ－29 雨水管路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 管きよの能力を決定する場合には、雨水管きよにあつては計画雨水量に基づき、合流管きよにあつては計画雨水量と計画時間最大汚水量とを加えた量に基づくものとする。
- ② 管きよは、圧力管きよを原則とするため、水頭の損失が最小となるよう、地形、地質、道路幅員、地下埋設物等を十分考慮する。
- ③ 管きよの断面、形状及びこう配は、管きよ内に沈殿物が堆積しないよう、適正な流速が確保できるように定める。
- ④ 既存排除施設がある場合は、その能力を適切に評価した上で活用する。
- ⑤ 管きよの構造については、施設の重要度等に応じた地震対策を講じ、地震時にもその機能を損なわない構造としなければならない。

正解は②

下水道の管きよは自然流下（開水路流）を原則とする。②の「圧力管きよを原則とするため」は不適切である。圧送管きよは地形上やむを得ない場合等に限って用いる。

- ①：○管きよの能力は、雨水管きよでは計画雨水量、合流管きよでは計画雨水量に計画時間最大汚水量を加えた量に基づいて決めるという記述で正しい。
- ③：○管きよの断面・形状・こう配は、沈殿物が堆積しないよう適正な流速が確保できるように定めるという記述で正しい。
- ④：○既存排除施設がある場合は、その能力を適切に評価した上で活用するという記述で正しい。
- ⑤：○管きよの構造は、施設の重要度等に応じた地震対策を講じ、地震時にも機能を損なわない構造とするという記述で正しい。

Ⅲ－30 汚泥消化に関する次の記述の下線部のうち、最も不適切なものはどれか。嫌気性消化は、汚泥量の減少と質の安定化、①衛生面の安全化が図れる。このため、嫌気性消化は、②液状又は脱水汚泥の形で汚泥を最終処分する際に有効なプロセスである。嫌気性消化の副産物として生成する③メタンを主成分とした消化ガスは、汚泥消化タンクから引抜かれ、④脱臭後汚泥消化タンクの加温や焼却炉の補助熱源として利用されるほか、最近では⑤消化ガス発電等への利用も実施されている。

正解は④

消化ガスには硫化水素が含まれており、そのまま燃焼させると機器の腐食や大気汚染の原因となるため、脱硫してから利用する。下線部④の「脱臭後」は不適切である。

- ①：○嫌気性消化により汚泥量の減少と質の安定化、衛生面の安全化が図れるという記述で正しい。
- ②：○嫌気性消化は、液状又は脱水汚泥の形で汚泥を最終処分する際に有効なプロセスであるという記述で正しい。
- ③：○嫌気性消化の副産物として生成する消化ガスはメタンを主成分とするという記述で正しい。
- ⑤：○最近では消化ガス発電等への利用も実施されているという記述で正しい。

Ⅲ－31 下水汚泥の性状の安定化と凝集を目的とした汚泥調整に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 濃縮工程において、水処理系から発生する汚泥の難濃縮化に伴い、初沈汚泥を機械濃縮で、余剰汚泥を重力濃縮で濃縮する、いわゆる分離濃縮方法を採用する処理場が増えてきた。
- ② 汚泥の混合は、性状の違う 2 種類以上の汚泥を均一化するために、発生固形物量比を基準に定量混合するものである。
- ③ 汚泥洗浄は、消化汚泥を二次処理水等で洗浄して、汚泥のアルカリ度を低下させることにより凝集剤の使用量の節約等のために行う。
- ④ 薬品添加は、汚泥中の微粒子を結合させて固液分離のしやすいフロックを生成させ、脱水性を向上させるものであり、凝集剤として有機凝集剤、及び無機凝集剤がある。
- ⑤ 脱水機種としては、圧入式スクリュープレス脱水機、回転加圧脱水機、ベルトプレス脱水機及び遠心脱水機の採用がほとんどであり、有機凝集剤が広く採用されている。

正解は①

分離濃縮では、沈降しやすい初沈汚泥を重力濃縮で、濃縮しにくい余剰汚泥を機械濃縮で処理する。

①は重力濃縮と機械濃縮の対象が入れ替わっており不適切である。

- ②：○汚泥の混合は性状の違う 2 種類以上の汚泥を均一化するもので、発生固形物量比を基準に定量混合するという記述で正しい。
- ③：○汚泥洗浄は消化汚泥を二次処理水等で洗浄してアルカリ度を低下させ、凝集剤の使用量を節約するために行うという記述で正しい。
- ④：○薬品添加は微粒子を結合させて固液分離しやすいフロックをつくり脱水性を高めるもので、有機凝集剤と無機凝集剤があるという記述で正しい。
- ⑤：○脱水機は圧入式スクリュープレス、回転加圧、ベルトプレス及び遠心の採用がほとんどで、有機凝集剤が広く用いられているという記述で正しい。

Ⅲ－32 下水汚泥の返流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 汚泥の各処理過程で生じる濃縮分離液、消化脱離液、脱水ろ液などを総称して返流水といい、一般的には汚泥処理施設に戻して処理する。
- ② 個々の処理場から発生する汚泥分のみを処理する処理場では、汚泥処理から発生する返流水負荷を考慮して水処理施設を設計するため、一般的には返流水が水処理施設に悪影響を与えることは少ない。
- ③ 他の処理場から汚泥を受け入れている場合、嫌気性消化を行っている場合等では、返流水の BOD、SS、COD、窒素及びりん負荷量が高くなるので、返流負荷を減少させる方法として、返流水の単独処理を行うことがある。
- ④ 生物学的りん除去法による高度処理を行っている場合、返流水へのりんの再放出を防止するため、水処理系外に引抜かれた高濃度のりんを含有する余剰汚泥を好気的狀態のまま処理するシステムが望ましい。
- ⑤ 最近では返流水からのりん除去法として、 MgCl_2 を添加し、りん酸マグネシウムアンモニウムの顆粒としてりんを取り出す MAP 法が一部の都市で行われている。

正解は①

返流水は、濃縮分離液、消化脱離液、脱水ろ液などの総称で、一般的には水処理施設（最初沈殿池等）に戻して処理する。「汚泥処理施設に戻して処理する」とする①は不適切である。

- ②：○自らの処理場の汚泥分のみを処理する処理場では、返流水負荷を見込んで水処理施設を設計するため、悪影響は少ないという記述で正しい。
- ③：○他処理場からの汚泥受入れや嫌気性消化を行っている場合は返流水の負荷が高くなるため、返流水の単独処理を行うことがあるという記述で正しい。
- ④：○生物学的りん除去を行っている場合、りんの再放出を防ぐため余剰汚泥を好気的狀態のまま処理するシステムが望ましいという記述で正しい。
- ⑤：○ MgCl_2 を添加してりん酸マグネシウムアンモニウム（MAP）の顆粒としてりんを回収する方法が一部の都市で行われているという記述で正しい。

Ⅲ－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、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 3 日間という条件下で、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 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、pH 値が 6.0 前後まで低下することがある。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ アルカリ度は、水中又は汚泥中に含まれる炭酸塩、炭酸水素塩又は水酸化物などのアルカリ分を、これに対応する炭酸カルシウム (CaCO_3) の mg/L で表したもので、硝化反応により生成され、脱窒反応により消費される。

正解は②

硝化反応はアルカリ度を消費するため、反応タンク内で硝化が進むと pH が低下し、6.0 前後まで下がることもある。②は正しい記述である。

- ①：×BOD は 20℃で 5 日間という条件下で、好気性微生物により分解されるときに消費される酸素量である。「3 日間」「嫌気性微生物」がいずれも誤りである。
- ③：×SS は孔径 $1\mu\text{m}$ のろ紙でろ過したときにろ紙の上に残留する物質であり、「通過する物質」とするのは誤りである。
- ④：×大腸菌群はグラム陰性の短桿菌で、乳糖を分解して酸とガスを発生する。「グラム陽性」「アルカリとガス」がいずれも誤りである。
- ⑤：×アルカリ度は硝化反応により消費され、脱窒反応により回復（生成）する。記述は生成と消費が逆である。

Ⅲ－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、最も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発生の原因となる。
- 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。
- ③ 油類（ノルマルヘキサン抽出物質）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。
- ④ 農薬は、処理場の活性汚泥中の細菌類や原生動物に対して毒性を示し、処理機能を阻害する。
- ⑤ トリクロロエチレン等は、下水道施設内で揮散し、管きょ内や処理場での作業環境を悪化させる。また、活性汚泥による有機物除去機能に重大な影響を及ぼす。

正解は⑤

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が、活性汚泥による有機物除去機能そのものに重大な影響を及ぼすとまではいえない。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るという記述で正しい。
- ③：○油類は下水管内部に付着して管きょを閉塞し、活性汚泥の呼吸を阻害して処理機能を低下させるという記述で正しい。
- ④：○農薬は活性汚泥中の細菌類や原生動物に毒性を示し、処理機能を阻害するという記述で正しい。

Ⅲ－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、最も不適切なものはどれか。

- ① 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では、放散した硫化水素により硫酸が生成されてコンクリート表面が腐食しやすい。このような施設では臭気や腐食を抑制するために施設を覆蓋し、施設の換気は行わないことが望ましい。
- ② 硫化水素の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。
- ③ 塩分濃度の高い土壌にステンレス管等を埋設する場合は、腐食が発生しやすいため、管外面に防食テープを巻くなどの注意が必要である。
- ④ 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。
- ⑤ 二酸化炭素によるコンクリートの中性化はエアレーションを行う反応タンクなどで特徴的に見られる。中性化は、コンクリート表面より進行し、コンクリート内の鉄筋を腐食させる。

正解は①

覆蓋した施設では硫化水素が内部に滞留して腐食や作業上の危険を増すため、覆蓋とあわせて換気（脱臭設備を含む）を行う必要がある。「施設の換気は行わないことが望ましい」とする①は不適切である。

- ②：○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。
- ③：○塩分濃度の高い土壌ではステンレス管でも腐食（孔食等）が生じやすいため、防食テープを巻くなどの注意が必要であるという記述で正しい。
- ④：○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。
- ⑤：○二酸化炭素によるコンクリートの中性化はエアレーションを行う反応タンク等で特徴的に見られ、表面から進行して内部の鉄筋を腐食させるという記述で正しい。