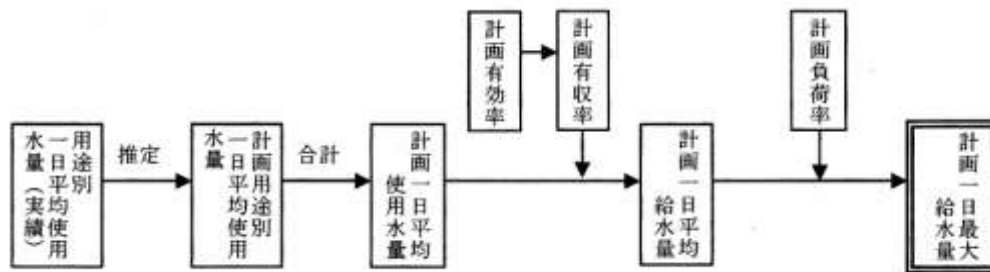


Ⅲ 次の 35 問題のうち 25 問題を選択して解答せよ。（解答欄に 1 つだけマークすること。）

Ⅲ－1 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 計画取水量は、計画一日最大給水量に 10%程度の余裕を見込んで決定することを標準とする。
- ② 水道事業における施設利用率とは、一日給水能力に対する一日平均給水量の割合（%）のことを示す。
この比率は、水道施設の経済性を総括的に判断する指標であり、数値が大きいほど効率的であるとされている。
- ③ 時間係数（計画時間最大配水量の時間平均配水量に対する比率）は、給水区域内の昼夜間人口の変動、工場、事業所等による使用形態などにより変化し、一日最大給水量が大きいほど大きくなる傾向がある。
- ④ 計画一日最大給水量の一般的な算定の手順は次の図のとおりである。



- ⑤ 浄水場の施設能力は、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。

正解は③

時間係数は、計画時間最大配水量の時間平均配水量に対する比率であり、給水量の変動が相対的に小さい大規模な事業ほど小さくなる。すなわち一日最大給水量が大きいほど時間係数は小さくなる傾向にあり、「大きくなる傾向がある」とする記述は逆で不適切である。

- ①：○計画取水量は、導水施設や浄水場内で失われる水量を見込み、計画一日最大給水量に 10%程度の余裕を加えて決定することを標準とするという記述で正しい。
- ②：○施設利用率は一日給水能力に対する一日平均給水量の割合であり、施設の経済性を総括的に判断する指標で、数値が大きいほど効率的に使われていることを示す。
- ④：○用途別の一日平均使用水量の実績から計画用途別使用水量を推定し、合計して計画一日平均使用水量とし、計画有効率・計画有収率で計画一日平均給水量を、計画負荷率で計画一日最大給水量を求める手順で正しい。
- ⑤：○浄水場の予備力は、場内施設を系列化した浄水場では 1 系列相当分程度とし、計画浄水量の 25%程度を標準とするという記述で正しい。

Ⅲ－２ 水道施設の改良と更新に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 水道施設の改良・更新は多大な投資を必要とするため、アセットマネジメントなどの手法を用いて長期的な財政や事業量の平準化を考慮した計画を策定し、着実に実施する必要がある。
- ② 水道施設の改良・更新に当たっては、日常の維持管理上の問題点をフィードバックさせるとともに施設の統廃合などにより、維持管理の安定性・容易性を向上させていくことが重要である。
- ③ 水道システムは、施設全般（水源・取水・貯水・導水・浄水・送水・配水）での安全性・安定性を確保して初めて機能するものであるが、個々の水道施設の改良・更新においては、該当する部分だけの改良・更新を行い、効率化を図る必要がある。
- ④ 水道施設の改良・更新の時期や必要な対策は、立地条件や使用環境等の地域特性に応じて異なるため、事業計画の策定に当たっては、機能診断等に基づいた健全度評価を実施し、計画に反映させていくことが望ましい。
- ⑤ 水道施設の改良・更新に当たっては、工事の施工中にも安定給水に支障をきたさぬよう、事前に予備力の整備や施設の多系統化等、改良・更新が可能な施設整備状況としておくなどの配慮が必要である。

正解は③

水道システムは水源から配水までの施設全般で安全性・安定性を確保して初めて機能するものであり、個々の施設の改良・更新においても、システム全体との整合を図りながら計画する必要がある。「該当する部分だけの改良・更新を行い、効率化を図る」とする記述は不適切である。

- ①：○改良・更新は多大な投資を要するため、アセットマネジメント手法により長期的な財政と事業量の平準化を考慮した計画を立てるという記述で正しい。
- ②：○日常の維持管理上の問題点をフィードバックし、施設の統廃合により維持管理の安定性・容易性を高めるという記述で正しい。
- ④：○改良・更新の時期や対策は地域特性で異なるため、機能診断等に基づく健全度評価を計画に反映させるという記述で正しい。
- ⑤：○施工中も安定給水を確保できるよう、あらかじめ予備力の整備や多系統化を図っておくという記述で正しい。

Ⅲ－3 貯水池における水源保全対策の主な方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 ろ過障害や異臭味発生の予防のため、薬剤（硫酸鉄、塩素剤等）を貯水池に散布して生物の増殖を抑制する。
- ② エアリフトやポンプなどを用いて空気を吹き込みながら貯留水を人工的に循環させる。
- ③ リン等栄養塩類の有力な供給源である底泥を浚渫除去する。
- ④ 増殖した藻類を含む上層水あるいは栄養塩類や濁りを含む底層水を適宜放流することにより水質の一時的改善を図る。
- ⑤ 新たにヨシ、マコモなどの抽水植物を主体とする水生植物を植栽することにより、水中の窒素、リンなどを吸収する。

正解は①

貯水池の藻類の増殖を薬剤で抑制する場合に用いられるのは硫酸銅であり、硫酸鉄ではない。硫酸鉄（ポリ硫酸第二鉄等）は凝集剤であって殺藻剤ではないため、「薬剤（硫酸鉄、塩素剤等）を貯水池に散布して生物の増殖を抑制する」とする記述は不適切である。

- ②：○エアレーションや機械的な循環により水を混合して成層を崩し、藻類の増殖を抑える曝気循環（間欠式空気揚水筒等）は代表的な水源保全対策である。
- ③：○底泥は内部負荷としてリン等の栄養塩類を溶出するため、浚渫により除去することは有効である。
- ④：○上層水や底層水を選択的に放流して水質の一時的改善を図る選択取水・放流は行われている。
- ⑤：○ヨシ、マコモなどの抽水植物による植生浄化は、窒素・リンの吸収により水質を改善する方法として用いられる。

Ⅲ－4 水道の沈殿池の沈殿機能に関する次の記述の、[]に入る数式及び語句の組合せとして最も適切なものはどれか。沈殿池における除去率を考える場合の最も基礎になる指標が、表面負荷率である。表面負荷率 V_0 は、沈殿池に流入する流量を Q 、沈殿池の沈降面積を A とすると、 $V_0 = [ア]$ で与えられる。表面負荷率 V_0 より小さな沈降速度 V を持つ粒子の除去率は、理想的沈殿池では[イ]となる。したがって、除去率を向上させるには、以下の3通りの方法が考えられる。・沈降面積 A を[ウ]する。・フロックの沈降速度 V を[エ]する。・流量 Q を[オ]する。

- ① ア： Q/A イ： V_0/V ウ：大きく エ：小さく オ：小さく
- ② ア： A/Q イ： V/V_0 ウ：小さく エ：大きく オ：小さく
- ③ ア： A/Q イ： V_0/V ウ：小さく エ：小さく オ：大きく
- ④ ア： Q/A イ： V/V_0 ウ：大きく エ：大きく オ：小さく
- ⑤ ア： Q/A イ： V/V_0 ウ：小さく エ：小さく オ：大きく

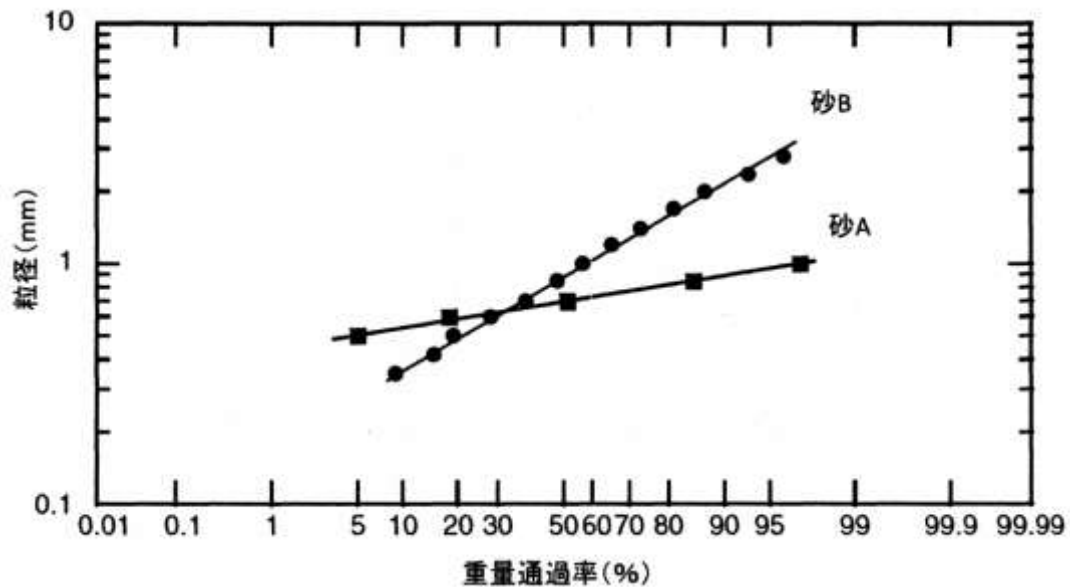
正解は④

表面負荷率 V_0 は、流入流量 Q を沈降面積 A で除した値であるから、 $A = Q/V_0$ である。理想的沈殿池では、沈降速度 V が V_0 より小さい粒子の除去率は V/V_0 となるから、 $イ = V/V_0$ である。

除去率 V/V_0 を大きくするには、 $V_0 = Q/A$ を小さくすればよいので、沈降面積 A を大きくし（ウ＝大きく）、流量 Q を小さくする（オ＝小さく）。また分子の V を大きくする、すなわちフロックの沈降速度を大きくする（エ＝大きく）。したがって④の組合せが正しい。

表面負荷率は水面積負荷とも呼ばれ、単位は $[m^3/(m^2 \cdot 日)]$ となる。沈殿池の性能が水深ではなく水面積で決まることを示す重要な関係である。

Ⅲ－5 上水道の砂ろ過池に使用するろ過砂について，〔 〕に入る組合せとして，最も適切なものはどれか。砂の粒度を測定した結果，以下のような粒度加積曲線が得られた。砂 A の有効径は約〔ア〕mm，均等係数は約〔イ〕であり，砂 B は砂 A と比較して，有効径が〔ウ〕く，均一度が〔エ〕い。



- ① ア：0.90 イ：1.0 ウ：大き エ：高
- ② ア：0.55 イ：1.4 ウ：小さ エ：低
- ③ ア：0.90 イ：1.4 ウ：大き エ：低
- ④ ア：0.55 イ：1.0 ウ：小さ エ：低
- ⑤ ア：0.90 イ：1.4 ウ：大き エ：高

正解は②

有効径は重量通過率 10%に対応する粒径，均等係数は 60%通過粒径を 10%通過粒径で除した値である。

図から砂 A の 10%通過粒径は約 0.55mm と読めるので，ア＝0.55 である。砂 A の 60%通過粒径は約 0.75mm であるから，均等係数は $0.75 / 0.55 = \text{約 } 1.4$ となり，イ＝1.4 である。

砂 B は 10%通過粒径が砂 A より小さいので有効径は小さく（ウ＝小さ），曲線の傾きが急で粒径の幅が広い，すなわち均等係数が大きく均一度は低い（エ＝低）。したがって②が正しい。

均等係数が 1 に近いほど粒がそろっている（均一度が高い）という関係をおさえておくとよい。

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

- ① 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とする。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

正解は②

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、「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」とする記述は逆で不適切である。

- ①：○凝集剤は原水の水量・水質、ろ過方式及び排水処理方式に対して適切で、衛生上支障のないものを用いるという記述で正しい。
- ③：○水温は凝集反応・フロック成長・沈降分離に影響し、低水温ではフロックの成長が遅くなる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：○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。

Ⅲ－７ 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 不連続点塩素処理（ブレイクポイント処理）は十分な消毒効果が得られるだけでなく、鉄・マンガンの除去方法としても有効である。
- ② 結合塩素処理とは、不連続点を超えて結合塩素によって消毒する方法で、消毒効果が高く、またアンモニアの濃度が変動すると不連続点を生じて消毒効果を消失するおそれがある。
- ③ オゾンは淡青色の気体で、塩素より強い酸化力を持ち、吸入した場合には有害である。また、消毒効果には塩素のような残留性がない。
- ④ 塩素剤による消毒は効果が確実で消毒の残留効果があるうえ、注入が容易で、しかも安価であるが、トリハロメタンなどの消毒副生成物を生成するという問題がある。
- ⑤ 紫外線処理は、クリプトスポリジウムの不活化に有効で、消毒副生成物を生成しない点で優れているが、懸濁物質が存在する場合は消毒の残留効果がないなどの欠点を有する。

正解は②

結合塩素処理（クロラミン処理）は、不連続点を超えない範囲でアンモニアと塩素を反応させ、生成した結合塩素によって消毒する方法である。「不連続点を超えて結合塩素によって消毒する」とする記述は誤りである。また結合塩素は遊離塩素に比べて消毒効果が低く、「消毒効果が高く」という点も適切でない。

- ①：○不連続点塩素処理はアンモニア性窒素を分解して遊離残留塩素を確保する方法で、同時に鉄・マンガンの酸化除去にも有効である。
- ③：○オゾンは淡青色の気体で塩素より酸化力が強く、吸入すると有害であり、残留性がないため後段に塩素消毒が必要となる。
- ④：○塩素剤による消毒は確実で残留効果があり安価だが、トリハロメタン等の消毒副生成物を生成するという記述で正しい。
- ⑤：○紫外線処理はクリプトスポリジウム対策に有効で副生成物を生じないが、残留効果がなく、懸濁物質があると効果が低下する。

Ⅲ－８ 浄水処理で用いられ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 強度は、ろ過圧力、負圧、エアレーションなどによる洗浄時の繰り返し応力などの機械的変化や、長期使用での熱変形や薬品洗浄による化学的変化に対しても十分対応できるものとする。なお、水撃圧による衝撃を極力受けないように配慮する。
- ② 凍結すると使用不可となるおそれがあるので耐寒性を十分調査する。保存、保管、設置に際しても、凍結防止対策を施す。
- ③ 膜の薬品洗浄には、アルカリ、酸、酸化剤、有機酸、洗剤などの様々な薬品が使用されるので、膜の耐薬品性について十分調査する。
- ④ 有機膜はその素材により親水性、疎水性の別があるほか、耐熱性や耐薬品性も異なる。なお、膜材質がセルロース系のものは、微生物の侵食により劣化するおそれがあるため、塩素注入による微生物抑制が必要となる。
- ⑤ 無機膜は有機膜に比較して耐熱性や耐薬品性がよく、物理的強度もあり、衝撃にも強い。

正解は⑤

無機膜（セラミック膜等）は有機膜に比べて耐熱性・耐薬品性に優れ、機械的強度も高いが、脆性材料であるため衝撃には弱い。「衝撃にも強い」とする記述は不適切である。

- ①：○ろ過圧力や洗浄時の繰り返し応力などの機械的変化、熱変形や薬品洗浄による化学的変化に耐えること、水撃圧を受けないよう配慮することはいずれも膜に求められる条件である。
- ②：○膜は凍結により使用不可となるおそれがあるため、耐寒性の調査と凍結防止対策が必要であるという記述で正しい。
- ③：○薬品洗浄にはアルカリ、酸、酸化剤、有機酸、洗剤などが使われるため耐薬品性の調査が必要であるという記述で正しい。
- ④：○有機膜は素材により親水性・疎水性の別があり、セルロース系は微生物に侵食されるため塩素による微生物抑制が必要であるという記述で正しい。

Ⅲ－９ 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、流量法に比べて汎用性が〔ウ〕。

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

正解は⑤

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⑤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。

Ⅲ－10 上水道の管路付属設備に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 排水管路からの吐出口は、水路など（河川、用水路、下水管きょ等）の高水位より低い位置に設置する。
- ② 流量計は配水本管の始点及び主要な分岐箇所、配水ブロックの入口箇所に設置する。
- ③ 消火栓は配水支管に設置するものとし、沿線の建築物の状況などに配慮し、100～200m 間隔に設置する。
- ④ 水圧計は流量計の設置箇所、地勢上の高所・低所に設置する。
- ⑤ 空気弁は管路の凸部に設置する。

正解は①

排水管路（排水設備の吐口）からの吐出口は、河川や用水路、下水管きょ等の水が逆流して管路内に入らないよう、これらの高水位より高い位置に設置する。「高水位より低い位置に設置する」とする記述は不適切である。

- ②：○流量計は配水本管の始点及び主要な分岐箇所、配水ブロックの入口に設置して水運用の把握に用いるという記述で正しい。
- ③：○消火栓は配水支管に設け、沿線の建築物の状況に配慮して 100～200m 間隔に設置するという記述で正しい。
- ④：○水圧計は流量計の設置箇所や地勢上の高所・低所に設置し、管網の水圧状況を把握するという記述で正しい。
- ⑤：○空気弁は管路の凸部に設置して、通水時の空気の排出と排水時の空気の吸入を行うという記述で正しい。

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 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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

正解は④

給水管の管径は、配水管の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。最も条件の厳しい低水圧時を基準にしなければ水が出なくなるため、「計画最大動水圧時」とする記述は不適切である。

- ①：○給水管は耐久性・強度に優れ水質に影響を及ぼさないものとし、弱点となりやすい接合部の継手は簡単で確実な構造とするという記述で正しい。
- ②：○直管換算長は、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長さをいうという記述で正しい。
- ③：○口径 50mm 以下の給水管の摩擦損失水頭はウエストン公式によるという記述で正しい。口径 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。
- ⑤：○給水管の損失水頭は、管の摩擦損失のほかメーター、給水用具類、管継手部によるものが主であるという記述で正しい。

Ⅲ－12 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、最も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で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合せる方式もある。

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

正解は①

（ア）～（エ）はいずれも正しい記述であるから、①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合せる方式もある。

（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。

Ⅲ－13 ポンプ系の水撃作用（ウォーターハンマ）防止に関する次の（ア）～（エ）の記述の正誤について、最も適切なものはどれか。

- （ア） ポンプにフライホイールをつける。
- （イ） 吐出し側管路にサージタンク（コンベンショナルサージタンク）を設ける。
- （ウ） 吐出し側管路にワンウェイサージタンクを設ける。
- （エ） 圧力水槽（エアチャンバ）を設ける。

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

正解は①

- （ア）～（エ）はいずれも水撃作用の防止策として正しいものであるから、①が正しい。
- （ア）：○フライホイールはポンプの回転部の慣性を大きくし、停電時の回転数低下を緩やかにして圧力降下を抑える。
- （イ）：○コンベンショナルサージタンクは、管路内の圧力変動を自由水面で吸収する。
- （ウ）：○ワンウェイサージタンクは、負圧が生じたときだけ管路へ水を補給して水柱分離を防ぐ。
- （エ）：○圧力水槽（エアチャンバ）は封入空気の圧縮・膨張により圧力変動を緩和する。

Ⅲ－14 水道施設のコンクリート構造物に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 鉄筋コンクリートの早期劣化と劣化原因の主要なものには、塩化物による鉄筋の腐食、アルカリ骨材反応によるコンクリートのひび割れ、コンクリートの中性化と被り不足による鉄筋防錆力の低下、凍結融解等気象作用によるコンクリート自体の劣化などがある。
- ② 水密を要するコンクリート及び鉄筋コンクリート構造物において、有害なひび割れの発生を防ぐため伸縮目地を設ける場合、コンクリート構造物で 10～15m、鉄筋コンクリート構造物で 20～30m 程度の間隔で設けられることが多い。
- ③ 落下跳水する水路など激しい摩耗のおそれがあるコンクリート表面は、木材、良質な石材、鋼板、高分子材料で被覆するか、鉄筋の被りを 10mm 以上増厚することなどで保護する。
- ④ 池状構造物内面などでコンクリート表面が水位の変動により乾湿を繰り返す環境下にある場合や、水に塩素が注入され浸食を受けやすい場合において、防食・防水塗装を行う場合、これに使用する塗装材の材質は、水質に影響を及ぼさないものであるとともに、優れた耐久性が要求される。
- ⑤ 寒冷地においては、コンクリート表面が凍結融解を繰り返すことによって、コンクリート表面から急速に劣化していくため、コンクリートを貧配合にするか、鉄筋の被りを通常に比べて厚くするなどの配慮が必要である。

正解は⑤

凍結融解作用を受ける寒冷地では、水セメント比を小さくした富配合のコンクリートとし、AE 剤等により適切な空気量を確保して耐凍害性を高める。「コンクリートを貧配合にする」とする記述は逆で不適切である。

- ①：○塩化物による鉄筋腐食、アルカリ骨材反応、中性化と被り不足による防錆力低下、凍結融解等がコンクリートの早期劣化の主な原因であるという記述で正しい。
- ②：○伸縮目地はコンクリート構造物で 10～15m、鉄筋コンクリート構造物で 20～30m 程度の間隔で設けられることが多いという記述で正しい。
- ③：○激しい摩耗のおそれがある面は木材・石材・鋼板・高分子材料で被覆するか、被りを 10mm 以上増厚して保護するという記述で正しい。
- ④：○乾湿を繰り返す面や塩素で浸食を受けやすい面に用いる塗装材は、水質に影響を及ぼさず耐久性に優れるものとするという記述で正しい。

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 脱水能力 10m^3 ／日以上以上の脱水施設は、水質汚濁防止法の特定施設に指定されており、これらの施設を設置する特定事業場（浄水場）からの排水は、水質汚濁防止法の排水基準が適用される。
- ② アルミニウムの濁度に対する添加比（ALT 比）は、高ければ高いほどスラッジの脱水性がよい。
- ③ 1 日当たりの処理能力が 100m^3 を超える天日乾燥床は産業廃棄物処理施設となり、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令」に定められている技術上の基準が適用される。
- ④ 気温が下がる冬季には水の粘度は高くなり、一般的にスラッジの脱水性が悪くなるが、スラッジを蒸気等で加温することにより脱水性を向上させる方法がある。
- ⑤ 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。

正解は②

ALT 比（アルミニウムの濁度に対する添加比）は、濁度に対して注入したアルミニウムの比であり、この値が高いほど凝集剤由来の水酸化アルミニウムがスラッジ中に多く含まれることになる。水酸化アルミニウムは含水率が高く脱水しにくいいため、ALT 比が高いほどスラッジの脱水性は悪くなる。「高ければ高いほど脱水性がよい」とする記述は逆で不適切である。

- ①：○脱水能力 10m^3 ／日以上以上の脱水施設は水質汚濁防止法の特定施設であり、浄水場は特定事業場として排水基準が適用されるという記述で正しい。
- ③：○1日当たりの処理能力が 100m^3 を超える天日乾燥床は産業廃棄物処理施設に該当し、廃棄物処理法施行令の技術上の基準が適用されるという記述で正しい。
- ④：○冬季は水の粘度が高くなり脱水性が悪化するため、蒸気等による加温で脱水性を改善する方法があるという記述で正しい。
- ⑤：○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から算定するという記述で正しい。

Ⅲ－16 2012 年 5 月に利根川水系の浄水場において、ある消毒副生成物が水質基準値を超えて検出され、広範囲で取水停止や断水が発生する水質事故が起こった。この事故は、水源に放出されたある物質（前駆物質）が塩素との反応により、ある消毒副生成物に変換されたために起こったものである。この事故で問題となった前駆物質と消毒副生成物の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- ① フェノール…………… クロロホルム
- ② ヘキサメチレンテトラミン…… ホルムアルデヒド
- ③ 臭化物イオン…………… 臭素酸
- ④ アンモニア態窒素…………… トリクロラミン
- ⑤ エチレンジアミン…………… ジクロロ酢酸

正解は②

2012 年 5 月に利根川水系で発生した水質事故は、廃棄物処理業者から排出されたヘキサメチレンテトラミンが浄水処理の塩素と反応してホルムアルデヒドを生成し、水質基準値（ 0.08mg/L ）を超えたものである。したがって②の組合せが正しい。

- ①：×フェノールは塩素と反応してクロロフェノールを生成し異臭味の原因となるが、この事故の原因物質ではない。
- ③：×臭化物イオンはオゾン処理により臭素酸を生じるが、塩素との反応によるものではなく、この事故とも関係がない。
- ④：×アンモニア態窒素と塩素からはトリクロラミンが生じ得るが、この事故の原因ではない。
- ⑤：×エチレンジアミンとジクロロ酢酸の組合せにも根拠がない。

Ⅲ－17 水道の水質やその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 水道水質基準を補完する項目として水道法に定められている水質管理目標設定項目は、毒性評価が定まらない、若しくは浄水中の存在量が不明等の理由から水質基準に分類できない項目で、今後必要な情報・知見の収集に努めていくべきものである。
- ② 水道水質基準項目やそれらの基準値は、最新の科学的知見に基づき 2 年に 1 度、定期的に改正される。
- ③ 水道法において衛生上必要な措置として残留塩素の保持が規定されており、すべての給水栓において全塩素（遊離塩素と結合塩素の和）として 0.1mg/L 以上検出されなければならない。
- ④ 水道水がクリプトスポリジウムなどに汚染されたおそれがある場合、塩素との接触時間を長くする等の塩素消毒の強化を行わなければならない。
- ⑤ 水道水質基準項目には、健康に関連する項目と水道水が有すべき性状に関連する項目があり、後者は生活利用上あるいは水道施設管理上に障害を生ずるおそれのある物質について、それぞれ基準値が定められている。

正解は⑤

水道水質基準項目は、健康に関連する項目と、水道水が有すべき性状（色、におい、味、腐食性等）に関連する項目に分けられ、後者は生活利用上あるいは水道施設管理上の障害を生ずるおそれのある物質について基準値が定められている。⑤は正しい記述である。

- ①：×水質管理目標設定項目は水道法に定められたものではなく、厚生労働省（現・国土交通省及び環境省）の通知により、将来にわたり水道水の安全性の確保に万全を期すため水質管理上留意すべき項目として定められているものである。
- ②：×水質基準項目及び基準値は最新の科学的知見に従い逐次改正されるものであり、2 年に 1 度と期間が定められているわけではない。
- ③：×水道法施行規則では、給水栓における水が遊離残留塩素を 0.1mg/L （結合残留塩素の場合は 0.4mg/L ）以上保持するよう規定されている。「全塩素として 0.1mg/L 以上」とするのは誤りである。
- ④：×クリプトスポリジウムは塩素に強い耐性を持ち、通常の塩素消毒では不活化できない。ろ過の徹底や紫外線処理で対応する。

Ⅲ－18 給水栓における水質管理において、1 日 1 回以上検査しなければならない項目として次のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 一般細菌
- ② 大腸菌
- ③ 消毒の残留効果
- ④ pH 値
- ⑤ 味

正解は③

水道法施行規則第 15 条により、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ついては 1 日 1 回以上検査することとされている。したがって③が正しい。

- ①：×一般細菌は水質基準項目であり、おおむね 1 か月に 1 回以上の定期の水質検査による。
- ②：×大腸菌も同様に定期の水質検査（おおむね 1 か月に 1 回以上）による項目である。
- ④：×pH 値は色、濁り、消毒の残留効果とともに毎日検査する項目には含まれていない。
- ⑤：×味についても毎日検査が義務づけられた項目ではない。

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 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。
- ② 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。
- ③ 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。
- 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。

正解は①

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、「ポンプ場の設計に用いる」とする記述は不適切である。

- ②：○計画時間最大汚水量は、計画 1 日最大汚水量発生日のピーク時 1 時間汚水量を 24 時間換算した値であり、管きょ等の設計に用いるという記述で正しい。
- ③：○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、使用料収入の予測や維持管理費の算定等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。

Ⅲ－20 雨水流出抑制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 雨水貯留浸透施設の導入により、浸水箇所及び浸水量の削減効果が得られる。このためには、雨水貯留浸透施設を浸水箇所、又はその下流に設置する必要がある。
- ⑤ オンサイト貯留とは、降ったその場所で雨水の一時貯留を図り雨水の流出を抑制するものである。

正解は④

雨水貯留浸透施設は、浸水箇所へ流れ込む雨水をその手前で受け止めなければ効果が出ないため、浸水箇所の上流側に設置する必要がある。「浸水箇所、又はその下流に設置する必要がある」とする記述は不適切である。

- ①：○雨水流出抑制対策は、雨水貯留、雨水浸透、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：○雨水浸透施設の設置に当たり、浸透適地マップを作成して適地を把握することが望ましいという記述で正しい。
- ⑤：○オンサイト貯留は、降った場所で雨水を一時貯留して流出を抑制するものであるという記述で正しい。

Ⅲ－21 下水道における計画雨水量の算定に関する記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 最大計画雨水流出量の算定は、原則として合理式によるものとする。
- ② 降雨強度公式のうち、流達時間の短い管路等の計画を行う場合にはクリーブランド型を、長時間降雨強度を考慮する貯留施設等の計画を行う場合にはタルボット型を採用することが好ましい。
- ③ 雨水排除計画で採用する確率年は、5～10 年を標準とする。
- ④ 流達時間は、流入時間と流下時間の和である。
- ⑤ 排水面積は、地形図をもとに道路、鉄道、在来河川・水路の配置等を踏査によって十分に調査し、将来の開発計画をも考慮して正確に求める。

正解は②

降雨強度公式のうち、タルボット型は短時間強雨をよく表すため流達時間の短い管路等の計画に、クリーブランド型は長時間の降雨をよく表すため貯留施設等の計画に適している。②は両者の適用が逆であり不適切である。

- ①：○最大計画雨水流出量の算定は原則として合理式 ($Q=1/360 \cdot C \cdot I \cdot A$) によるという記述で正しい。
- ③：○雨水排除計画で採用する確率年は 5～10 年を標準とするという記述で正しい。
- ④：○流達時間は流入時間と流下時間の和であるという記述で正しい。
- ⑤：○排水面積は地形図を基に踏査で十分に調査し、将来の開発計画も考慮して正確に求めるという記述で正しい。

Ⅲ－22 下水道計画における計画年次と計画区域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。処理施設は人口増などによる下水量の増加にある程度合わせて段階的に増築していくことができるが、①管きょ施設は下水量の増加に合わせて段階的に能力を増大させることは難しい場合が多い。したがって、下水道施設は長期的な見通しのうえで計画する必要がある。しかしながら、あまり長期的に計画すると、都市の形態や人口動態などの予測が不確かとなり、施設規模が適切でなくなるおそれがある。こうしたことから、基準年次から②概ね 20～30 年後を目標に計画を立てる。計画区域は下水道整備の対象とする区域で、③汚水の処理を行うべき区域と、雨水による浸水の防除を図るべき区域とを同一に定める。計画区域の設定は、都市政策など様々な条件によっても人口動向が大きく変化すると考えられるため、こうした都市・地区の特性分析を踏まえるとともに、④整備コストの縮減手法や⑤他の污水处理施設との連携を適切に考慮する。

正解は③

計画区域は、汚水の処理を行うべき区域と、雨水による浸水の防除を図るべき区域とをそれぞれの目的に応じて定めるものであり、両者は必ずしも一致しない。下線部③の「同一に定める」とする記述は不適切である。

- ①：○管きょ施設は一度布設すると段階的に能力を増大させることが難しいため、長期的な見通しのうえで計画する必要があるという記述で正しい。
- ②：○計画年次は基準年次から概ね 20～30 年後を目標とするという記述で正しい。
- ④⑤：○計画区域の設定に当たり、整備コストの縮減手法や他の污水处理施設（農業集落排水、浄化槽等）との連携を考慮するという記述で正しい。

Ⅲ－23 標準活性汚泥法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。標準活性汚泥法の〔ア〕は6～8時間を標準としている。また，MLSS濃度は一般的に〔イ〕mg/Lの範囲で運転されており，MLSS濃度が〔ウ〕すぎると処理が安定せず，〔エ〕いと必要酸素量が増え，不経済となる。

- ① ア：HRT イ：1,500～2,000 ウ：低 エ：高
- ② ア：HRT イ：3,000～4,000 ウ：低 エ：高
- ③ ア：HRT イ：3,000～4,000 ウ：高 エ：低
- ④ ア：SRT イ：1,500～2,000 ウ：低 エ：高
- ⑤ ア：SRT イ：3,000～4,000 ウ：高 エ：低

正解は①

標準活性汚泥法の反応タンクの水理学的滞留時間（HRT）は6～8時間を標準としているから，ア＝HRTである。SRTは固形物滞留時間であり，日単位で管理する指標なので当てはまらない。

MLSS濃度は一般に1,500～2,000mg/Lの範囲で運転される（イ＝1,500～2,000）。MLSS濃度が低すぎると処理が不安定になり（ウ＝低），高すぎると必要酸素量が増えて送風動力がかさみ不経済となる（エ＝高）。したがって①が正しい。

Ⅲ－24 有効水深3.5m，水理学的滞留時間3時間の沈殿池の水面積負荷〔m³/（m²・日）〕として，最も適切なものはどれか。

- ① 14
- ② 21
- ③ 28
- ④ 35
- ⑤ 42

正解は③

水面積負荷は，流入流量Qを沈殿池の水面積Aで除した値である。有効水深H，水理学的滞留時間Tの沈殿池では，池容積V＝A・H，Q＝V/T＝A・H/Tであるから，水面積負荷Q/A＝H/Tとなる。

H＝3.5m，T＝3時間＝3/24日＝0.125日であるから，

Q/A＝3.5/0.125＝28〔m³/（m²・日）〕

したがって③が正しい。水面積負荷が有効水深を滞留時間で除した値になることを覚えておくと，この型の計算は即答できる。

Ⅲ－25 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 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。
- ② 硝化細菌の系内保持のために必要な 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。
- ③ 無酸素タンクでは、脱窒細菌により硝酸性窒素や亜硝酸性窒素は窒素ガスに還元される。
- ④ 雨水が流入する場合でもりん除去性能が低下することは少ない。
- ⑤ 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。

正解は④

嫌気無酸素好気法は、嫌気タンクでりん酸を放出させ好気タンクで過剰摂取させることによりりんを除去する。雨水が流入して流入下水が希釈されると、嫌気タンクでのりん放出に必要な有機物（揮発性脂肪酸）が不足し、りん除去性能は低下しやすい。「低下することは少ない」とする記述は不適切である。

- ①：○嫌気無酸素好気法は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という記述で正しい。
- ②：○硝化細菌は増殖速度が遅いため、系内に保持するには SRT 又は ASRT を長く保つ必要があるという記述で正しい。
- ③：○無酸素タンクでは脱窒細菌が硝酸性窒素・亜硝酸性窒素を窒素ガスに還元するという記述で正しい。
- ⑤：○生物学的りん除去では、りんは余剰汚泥として系外に引き抜かれるため、除去量は余剰汚泥量と汚泥のりん含有率で定まるという記述で正しい。

Ⅲ－26 ある下水処理場の反応タンクに流入する下水の流量は $10,000\text{m}^3/\text{日}$ 、BOD は 150mg/L である。反応タンクの容積が $5,000\text{m}^3$ であるとき、BOD 容積負荷 $[\text{kgBOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})]$ の値として、最も適切なものはどれか。

- ① 0.1
- ② 0.2
- ③ 0.3
- ④ 0.4
- ⑤ 0.5

正解は③

BOD 容積負荷は、1 日に流入する BOD 量を反応タンク容積で除した値である。

流入 BOD 量 $= 10,000 [\text{m}^3/\text{日}] \times 150 [\text{mg}/\text{L}] = 10,000 \times 0.15 [\text{kg}/\text{m}^3] = 1,500 [\text{kg}/\text{日}]$

BOD 容積負荷 $= 1,500 [\text{kg}/\text{日}] \div 5,000 [\text{m}^3] = 0.3 [\text{kgBOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})]$

したがって③が正しい。mg/L を kg/m³ に直すときは 1,000 で割る（ $150\text{mg}/\text{L} = 0.15\text{kg}/\text{m}^3$ ）点に注意する。

Ⅲ－27 下水道の標準活性汚泥法における最初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、正方形又は円形とし、形状に応じて平行流又は放射流とする。
- ② 長方形池では長さとの比は 3 : 1 以上とし、池数は原則として 2 池以上とする。
- ③ 排泥のために、汚泥かき寄せ機を設ける。この場合の池底こう配は、長方形池にあっては 1/100～2/100 とする。
- ④ 水面積負荷は、計画 1 日最大汚水量に対して、合流式では $35 \sim 70 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{日})$ 、分流式では $25 \sim 50 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{日})$ を標準とする。
- ⑤ 池の有効水深は 2.5～4.0m を標準とする。

正解は④

最初沈殿池の水面積負荷は、計画 1 日最大汚水量に対して、分流式では $35 \sim 70 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{日})$ 、合流式では $25 \sim 50 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{日})$ を標準とする。④は分流式と合流式の数値が入れ替わっており不適切である。合流式は雨天時に汚水量が増えるため、晴天時の水面積負荷を小さめに設定する。

- ① : ○池の形状は長方形、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という記述で正しい。
- ② : ○長方形池の長さとの比は 3 : 1 以上とし、池数は原則として 2 池以上とするという記述で正しい。
- ③ : ○汚泥かき寄せ機を設ける場合の池底こう配は、長方形池では 1/100～2/100 とするという記述で正しい。
- ⑤ : ○最初沈殿池の有効水深は 2.5～4.0m を標準とするという記述で正しい。

Ⅲ－28 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。

- 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 …………… 24～36 時間
- ③ 酸素活性汚泥法 …………… 1.5～3 時間
- ④ 回分式活性汚泥法（高負荷型） …………… 12～24 時間
- ⑤ 長時間エアレーション法 …………… 8～12 時間

正解は⑤

長時間エアレーション法は、最初沈殿池を設けず BOD－SS 負荷を低くして運転する方法で、反応タンクの水理学的滞留時間（HRT）は 16～24 時間を標準とする。⑤の「8～12 時間」は不適切である。

- ① : ○標準活性汚泥法の HRT は 6～8 時間であるという記述で正しい。
- ② : ○オキシデーションディッチ法は無終端水路で長時間曝気する方法で、HRT は 24～36 時間であるという記述で正しい。
- ③ : ○酸素活性汚泥法は空気に代えて高濃度の酸素を用いるため高い MLSS で運転でき、HRT は 1.5～3 時間と短いという記述で正しい。
- ④ : ○回分式活性汚泥法（高負荷型）の HRT は 12～24 時間であるという記述で正しい。

Ⅲ－29 伏越しに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 伏越し管きょは、閉そく時の対応、清掃時の下水の排水対策等を考慮して、原則として複数とする。
- ② 伏越し室には、伏越し管きょ内に土砂、汚泥等が堆積するのを防止するため、泥だめを設ける。
- ③ 伏越し管きょ内の流速は、土砂、汚泥等が堆積するのを防止するために、断面を拡大し、上流管きょ内の流速の 20～30%減とする。
- ④ 小口径管きょの場合には、伏越し室の土砂、スカムなどの堆積及び浮上をなくすという点から、簡易な形状としてベンド管を用いた伏越し（改良型伏越し）形式を採用することもある。
- ⑤ 雨水管きょ又は合流管きょが河川等を伏越しする場合、上流に雨水吐のないときは、伏越しの上流側に災害防止のための非常放流管きょを設けるのがよい。

正解は③

伏越し管きょ内は土砂や汚泥が堆積しやすいため、断面を縮小して流速を上流管きょ内の流速の 20～30%増とする。③は「断面を拡大し」「20～30%減とする」としており、いずれも逆で不適切である。

- ①：○閉そく時の対応や清掃時の排水対策を考慮し、伏越し管きょは原則として複数とするという記述で正しい。
- ②：○伏越し室には土砂・汚泥の堆積を防ぐため泥だめを設けるという記述で正しい。
- ④：○小口径管きょでは、ベンド管を用いた改良型伏越しを採用することがあるという記述で正しい。
- ⑤：○雨水管きょ又は合流管きょの伏越しで上流に雨水吐がないときは、上流側に非常放流管きょを設けるのがよいという記述で正しい。

Ⅲ－30 下水ポンプ場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 沈砂池の平均流速は、雨水、汚水沈砂池とも、 $0.30\text{m}/\text{秒}$ 程度を標準とする。
- ③ 沈砂池の幅は 1～5m 程度を標準とし、底部のこう配は $1/100 \sim 2/100$ 程度とする。
- ④ 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。
- ⑤ 沈砂池の構造を定める際は、停電、異常流入、ポンプ故障等による沈砂池水位の上昇を考慮する。

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。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。

- ②：○沈砂池の平均流速は雨水・汚水沈砂池とも $0.30\text{m}/\text{秒}$ 程度を標準とするという記述で正しい。
- ③：○沈砂池の幅は 1～5m 程度を標準とし、底部のこう配は $1/100 \sim 2/100$ 程度とするという記述で正しい。
- ④：○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。
- ⑤：○停電、異常流入、ポンプ故障等による水位上昇を考慮して構造を定めるという記述で正しい。

Ⅲ－31 下水汚泥の輸送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。汚泥の輸送形態としては，一般的に液状汚泥の場合は，送泥管による管路輸送や〔ア〕で行われ，脱水汚泥等の固体状汚泥は〔イ〕で行われる。液状汚泥の管路輸送方式は汚泥の〔ウ〕が可能であるが，送泥施設の建設，維持管理が必要となる。車両輸送方式では液状汚泥の〔ウ〕は不向きであるが，個別の処理場において汚泥処理施設を省略できるため〔エ〕に適する。

- ① ア：トラック イ：バキューム車 ウ：大量輸送 エ：小規模下水道
- ② ア：トラック イ：バキューム車 ウ：大量輸送 エ：大規模下水道
- ③ ア：バキューム車 イ：トラック ウ：少量輸送 エ：大規模下水道
- ④ ア：バキューム車 イ：トラック ウ：大量輸送 エ：小規模下水道
- ⑤ ア：バキューム車 イ：トラック ウ：少量輸送 エ：小規模下水道

正解は④

液状汚泥は水分が多く流動性があるため，送泥管による管路輸送のほかバキューム車で運ばれる（ア＝バキューム車）。脱水汚泥等の固体状汚泥はトラックで運ばれる（イ＝トラック）。

管路輸送方式は連続的に大量の汚泥を送れるが送泥施設の建設・維持管理を要し，車両輸送方式は液状汚泥の大量輸送には不向きである（ウ＝大量輸送）。一方，車両輸送は個別の処理場で汚泥処理施設を省略して集約処理できるため，小規模下水道に適する（エ＝小規模下水道）。したがって④が正しい。

Ⅲ－32 下水汚泥の処理方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 汚泥の濃縮に当たり，難濃縮性の汚泥の濃縮法として，遠心濃縮，常圧浮上濃縮，ベルト式ろ過濃縮等の機械濃縮がある。
- ② 汚泥の消化に際し，効率的に消化を行うためには，高濃度の汚泥を消化タンクに投入することが望ましい。
- ③ 汚泥の脱水は，脱水汚泥含水率を低下させることが重要な課題である。
- ④ 汚泥の焼却では，以前は流動焼却炉が利用されてきたが，最近は多段焼却炉の採用が大半を占めている。
- ⑤ 汚泥の溶融は，汚泥の減容化，埋立地での二次公害防止及び利用を目的とした処理方法であり，脱水汚泥を直接溶融する方法と焼却灰を溶融する方法とがある。

正解は④

下水汚泥の焼却炉は，以前は多段焼却炉が用いられていたが，現在は流動焼却炉の採用が大半を占めている。④は両者が入れ替わっており不適切である。

- ①：○難濃縮性の汚泥には，遠心濃縮，常圧浮上濃縮，ベルト式ろ過濃縮等の機械濃縮が用いられるという記述で正しい。
- ②：○高濃度の汚泥を投入するほど消化タンクの容量を有効に使えるため，効率的な消化には高濃度投入が望ましいという記述で正しい。
- ③：○脱水は汚泥の減量化のための工程であり，脱水汚泥含水率の低下が重要な課題であるという記述で正しい。
- ⑤：○溶融は減容化，埋立地での二次公害防止及び有効利用を目的とし，脱水汚泥を直接溶融する方法と焼却灰を溶融する方法があるという記述で正しい。

Ⅲ－33 下水汚泥の有効利用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。下水汚泥の有効利用には、緑農地利用、エネルギー利用、建設資材利用等がある。緑農地利用は、脱水汚泥、①乾燥汚泥及び②コンポストという形態で利用されている。エネルギーの利用については、汚泥の燃料化による石炭代替エネルギー化、消化ガスによる③発電等の利用がある。建設資材としての利用については、脱水汚泥での④土質改良材、熔融スラグでは⑤路盤材、コンクリート骨材などへの利用がある。

正解は④

建設資材としての利用で土質改良材に用いられるのは、焼却灰や熔融スラグ、乾燥汚泥などであり、脱水汚泥をそのまま土質改良材とすることはない。下線部④「脱水汚泥での土質改良材」は不適切である。

- ①②：○緑農地利用は脱水汚泥、乾燥汚泥及びコンポストという形態で行われるという記述で正しい。
- ③：○消化ガスはメタンを主成分とし、ガス発電等のエネルギー利用が行われているという記述で正しい。
- ⑤：○熔融スラグは路盤材やコンクリート骨材等に利用されているという記述で正しい。

Ⅲ－34 pH 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。pH は、水中の水素イオン濃度の逆数の [ア] で表される。pH 値 7 を中性、7 未満を [イ]，7 を超えるものを [ウ] としている。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、工場排水の大量流入により変動したり、管きょ内で堆積汚泥が腐敗すると有機酸が生成され、pH 値が通常値から [エ] ことがある。

- ① ア：常用対数 イ：酸性 ウ：アルカリ性 エ：下がる
- ② ア：常用対数 イ：アルカリ性 ウ：酸性 エ：下がる
- ③ ア：常用対数 イ：酸性 ウ：アルカリ性 エ：上がる
- ④ ア：自然対数 イ：酸性 ウ：アルカリ性 エ：下がる
- ⑤ ア：自然対数 イ：アルカリ性 ウ：酸性 エ：上がる

正解は①

pH は水素イオン濃度 $[H^+]$ の逆数の常用対数、すなわち $pH = \log_{10}(1/[H^+]) = -\log_{10} [H^+]$ で表される（ア＝常用対数）。pH7 を中性とし、7 未満を酸性（イ＝酸性），7 を超えるものをアルカリ性（ウ＝アルカリ性）という。

管きょ内で堆積汚泥が腐敗すると有機酸が生成されるため、pH 値は通常値から下がる（エ＝下がる）。したがって①が正しい。

Ⅲ－35 事業場排水中の処理対象物質と主な処理方法に関する次の組合せのうち，最も不適切なものはどれか。

- ① シアン …………… アルカリ塩素法
- ② カドミウム …… 水酸化物凝集沈殿法
- ③ 水銀 …………… 硫化物凝集沈殿法
- ④ 油類 …………… 浮上分離法
- ⑤ フェノール類 … 電解酸化法

正解は⑤

フェノール類を含む事業場排水は，生物処理（活性汚泥法）や活性炭吸着，オゾン酸化等により処理するのが一般的である。電解酸化法はシアンなどの処理に用いられる方法であり，フェノール類の主な処理方法としては適切でない。

- ①：○シアンはアルカリ側で次亜塩素酸ナトリウム等により分解するアルカリ塩素法で処理するという組合せで正しい。
- ②：○カドミウムはアルカリ剤を加えて水酸化物として凝集沈殿させる方法で処理するという組合せで正しい。
- ③：○水銀は硫化物として不溶化させて凝集沈殿させる方法で処理するという組合せで正しい。
- ④：○油類は比重差を利用した浮上分離法で処理するという組合せで正しい。