

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 水道法第二十二条の四に定められた、水道施設の計画的な更新等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。

水道事業者は、[ア] から、給水区域における[イ]に鑑み、水道施設の計画的な更新に努めなければならない。

水道事業者は、国土交通省令で定めるところにより、[ウ]に要する費用を含み、その事業に係る収支の見通しを作成し、これを公表するよう努めなければならない。

- ① ア：短期的な観点 イ：水道施設の更新の需要 ウ：水道施設の点検
- ② ア：長期的な観点 イ：水道施設の更新の需要 ウ：計画の策定
- ③ ア：短期的な観点 イ：一般の水の需要 ウ：計画の策定
- ④ ア：長期的な観点 イ：一般の水の需要 ウ：水道施設の更新
- ⑤ ア：予防保全の観点 イ：水道施設の更新の需要 ウ：水道施設の点検

正解は④

水道法第二十二条の四第 1 項は「水道事業者は、長期的な観点から、給水区域における一般の水の需要に鑑み、水道施設の計画的な更新に努めなければならない」と定めている（ア＝長期的な観点、イ＝一般の水の需要）。

同条第 2 項は、水道施設の更新に要する費用を含むその事業に係る収支の見通しを作成・公表するよう努めることを定めている（ウ＝水道施設の更新）。

したがって④の組合せが正しい。なお、令和 6 年 4 月に水道行政が厚生労働省から国土交通省へ移管されたため、条文上は「国土交通省令」となっている。

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 施設の整備は、非常時においても可能な限り給水を確保するために、浄水場の予備力確保や、送配水管ネットワークの強化、基幹管路の二重化、設備機器の防災性の向上など、システムとしての対応力を向上させる必要がある。
- ② 維持管理は、技術者の減少と外部委託化の進展を考慮し、デジタル技術を活用した維持管理手法の導入や、維持管理マニュアルの整備、システムの自動化・簡素化・ネットワーク化を進める必要がある。
- ③ 施設の改良・更新は、将来の水需要や給水サービスのレベルを勘案し、施設の統廃合やダウンサイジングも含めた施設規模の適正化や再構築、様々なリスクに対する安全度など、水道システム全体を捉えて検討する必要がある。
- ④ 浄水施設の予備力は、改良・更新時における能力減少への対応や災害・事故時等の安定性を高めるための能力として、1 系列相当分程度又は、計画浄水量の 25% 程度を標準とする。
- ⑤ 給水人口規模が大きい水道事業において、配水池の有効容量は計画一日最大給水量の 24 時間分を標準とし、災害時の飲料水を貯留するための緊急遮断弁を設置することが望ましい。

正解は⑤

配水池の有効容量は、時間変動調整容量と非常時対応容量を合わせて、計画一日最大給水量の 12 時間分を標準とする（水道施設設計指針）。24 時間分を標準とするのは過大であり不適切である。なお、災害時の飲料水を確保するために緊急遮断弁を設置することが望ましいという後段の記述自体は正しい。

④：○浄水施設の予備力は、1 系列相当分程度又は計画浄水量の 25% 程度を標準とするという記述で正しい。

Ⅲ－3 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 過剰な地下水の揚水は、地下水位の低下や地盤沈下を発生させるので、地下水の保全上、取水量の適正な管理が重要である。
- ② 浅井戸の水質は、深井戸に比べて地表の影響を受けやすく、とくに人家の近在する場合は汚水の浸入による汚染が発生することがある。
- ③ 深井戸は、被圧地下水を取水する管井戸で、帯水層内の土質によっては、鉄、マンガンなどの鉱物性物質が溶解していることがある。
- ④ 伏流水は、河川やその周辺地域において透水層内を潜流している状態の地下水であり、河川が増水したときであっても河川の濁度がそのまま表れることはない。
- ⑤ 地中ダムは、地下の帯水層に不透水性の壁を設けることによって、地下水の流れを遮断し、ダム上流側の帯水層内の砂、れき層の空隙に水を貯留するものである。

正解は④

伏流水は河川と水理的に連続しているため、河川が増水した際には濁度の上昇など水質の変化が生じることがある。砂れき層を通過する間に自然のろ過作用を受けるので河川の濁りがそのまま現れることは少ないものの、増水時であっても影響を受けないと断定する記述は不適切である。

⑤：○地中ダム（地下ダム）は、帯水層に不透水性の止水壁を設けて地下水の流れをせき止め、上流側の砂れき層の空隙に水を貯留するもので、記述のとおりである。

Ⅲ－4 取水施設のうち取水堰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。

取水堰は、河川水を堰上げし、計画水位を確保することにより安定した取水を可能とするため、河川を[ア]して設けられる施設であり、引き上げ式ゲート若しくは起伏式ゲートなどからなる堰本体と[イ]からなる。

取水堰は、比較的大量に取水する場合、農業用水等の他の利水と合同で取水する場合、[ウ] 場合、利水が進んでいる河川等で[エ]を必要とする場合などに適している。

- ① ア：横断 イ：取水口 ウ：河川の流況が不安定な エ：正確な取水調整
- ② ア：上越し イ：取水口 ウ：河川の蛇行部で取水する エ：一定流速の確保
- ③ ア：横断 イ：集水埋渠 ウ：河川の蛇行部で取水する エ：正確な取水調整
- ④ ア：横断 イ：取水口 ウ：河川の蛇行部で取水する エ：正確な取水調整
- ⑤ ア：上越し イ：集水埋渠 ウ：河川の流況が不安定な エ：一定流速の確保

正解は①

取水堰は河川水を堰上げして計画水位を確保する施設であるから、河川を横断して設けられる（ア＝横断）。堰本体（引上げ式ゲート、起伏式ゲート等）と取水口から構成される（イ＝取水口。集水埋渠は伏流水を取水するための施設であって取水堰の構成要素ではない）。

取水堰は、比較的大量に取水する場合、他の利水と合同で取水する場合、河川の流況が不安定な場合（ウ）、利水が進んでいる河川等で正確な取水調整を必要とする場合（エ）などに適している。

したがって①の組合せが正しい。

Ⅲ－５ 浄水処理の凝集に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 凝集に影響を与える要因には、攪拌、pH 値、アルカリ度、水温等がある。これらが複雑に作用し、凝集剤の注入率に大きく影響する。
- ② 凝集剤の注入率は、原水の水質状況や沈殿池、ろ過池等の施設の違いによっても異なることから、注入率の決定に当たっては、処理する原水を用いてジャーテストを行うのが基本である。
- ③ 混和池には、凝集剤を注入した後、直ちに急速な攪拌を与え、凝集剤を原水中に均一に拡散させることのできる適切な混和装置を設ける。
- ④ フロック形成池の滞留時間は、計画浄水量の 60 分程度を標準とする。
- ⑤ pH 調整剤であるアルカリ剤には、水道用水酸化ナトリウム、水道用水酸化カルシウム、水道用炭酸ナトリウムがあり、アルカリ度が不足する場合に使用される。

正解は④

フロック形成池の滞留時間は、計画浄水量に対して 20～40 分間を標準とする。60 分程度は過大であり不適切である。

②：○凝集剤の注入率は原水水質や後続施設の条件によって変わるため、実際に処理する原水を用いたジャーテストによって決定するのが基本であり、記述のとおりである。

Ⅲ－６ 浄水処理における沈殿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 横流式沈殿池の形状は長方形とし、沈殿部の長さは幅の 3～8 倍を標準とする。
- ② 横流式沈殿池の有効水深は 3～4m 程度とし、堆泥深さとして 30cm 以上を見込む。
- ③ 横流式沈殿池の池底には排泥及び清掃に便利のように、排泥口に向かって勾配をつける。
- ④ 高速凝集沈殿池における表面負荷率は、横流式沈殿池よりも大きく設定することが標準的である。
- ⑤ 水平流式の傾斜板等の沈降装置を設置する場合、装置の傾斜角は 45° とする。

正解は⑤

傾斜板等の沈降装置は、板面に堆積した汚泥が自重で滑り落ちる角度を確保する必要があるため、傾斜角は 60° 程度を標準とする。45° では汚泥が滑落しにくく不適切である。

①：○横流式沈殿池の沈殿部の長さは幅の 3～8 倍を標準とするという記述で正しい。

②：○有効水深 3～4m 程度、堆泥深さ 30cm 以上を見込むという記述で正しい。

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 クリプトスポリジウム等による水道原水の汚染のおそれが高く、ろ過設備のみで対応する場合、ろ過池の出口の濁度を 0.1 度以下に維持するよう運転管理を行う。
- ② 急速ろ過法のろ過速度は、単層ろ過では 120～240m／日、多層ろ過では 120～150m／日を標準とする。
- ③ 急速ろ過池でろ過するだけではコロイドや懸濁物質の十分な除去は期待できないため、必ず凝集剤を用いて処理を行う。
- ④ 多層ろ過池は、砂単層のろ過池と比較して、ろ層の単位体積当たりの濁質抑留量が大きく、ろ過効率が低いという特徴をもつ。
- ⑤ ろ層の洗浄は、逆流洗浄に表面洗浄を組合せた方式を標準とし、ろ層全体が効率よくかつ効果的に洗浄できるものとする。また、洗浄には、原則、浄水を用いる。

正解は②

急速ろ過法のろ過速度は、単層ろ過では 120～150m／日、多層ろ過では 120～240m／日を標準とする。多層ろ過はろ層の深さ方向全体で濁質を抑留できるため、単層ろ過より高いろ過速度をとることができる。選択肢の記述は単層と多層の数値が入れ替わっており不適切である。

- ④：○多層ろ過池は砂単層に比べてろ層単位体積当たりの濁質抑留量が大きくろ過効率が低いという記述で正しく、これが②の数値関係の根拠でもある。

Ⅲ－８ 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 オゾン処理では、難分解性の有機物の生物分解性を増大させる。
- ② オゾン処理は単独では使用できず、そ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。
- ③ オゾンは、強い酸化力で原水に含まれる臭化物イオンを酸化することで、臭素酸を生成しない。
- ④ オゾンは微生物に対して塩素よりも強い不活化力を示すが、残留性に乏しいため、我が国の水道では塩素に代わる消毒剤としては使用できない。
- ⑤ 排オゾンが大気中に放出されると、労働安全衛生あるいは環境上の問題を引き起こすおそれがある。

正解は③

オゾンはきわめて強い酸化力をもつため、原水中に臭化物イオンが存在するとこれを酸化して臭素酸を生成する。臭素酸は発がん性が指摘されており水質基準項目（0.01mg/L 以下）に定められているので、オゾン処理では臭素酸の生成抑制が課題となる。「臭素酸を生成しない」とする記述は事実と逆であり不適切である。

- ①：○オゾンは難分解性の有機物を酸化分解して生物分解性を高めるため、記述のとおりである。
- ②：○①により生物分解性が高まった有機物を後段の粒状活性炭（生物活性炭）で除去することが前提となるので、記述のとおりである。

Ⅲ－9 水道施設における紫外線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 薬品等を添加する必要がないので、薬品の残留がない。
- ② 凝集沈殿ろ過や膜ろ過等の処理方式と比較し省スペースである。
- ③ クリプトスポリジウム等を物理的に除去できる。
- ④ 処理対象とする水は、濁度は2度以下、色度は5度以下とする。
- ⑤ 紫外線照射装置の台数は、維持管理や事故等による停止を考慮して、二系列以上となるよう複数基設置する。

正解は③

紫外線処理は、クリプトスポリジウムのオーシスト等の核酸（DNA）に紫外線を作用させて感染性を失わせる、すなわち不活化する方法である。オーシストそのものを取り除くわけではないので、「物理的に除去できる」とする記述は不適切である。物理的に除去できるのは凝集沈殿ろ過や膜ろ過である。

④：○紫外線の透過を妨げる濁りや色の管理が必要であり、処理対象水は濁度2度以下、色度5度以下とするという記述で正しい。

Ⅲ－10 配水管に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 異形管防護に対する管内水圧は、最大静水圧に水撃圧を加えたものとする。
- ② 配水管の管径の算定に当たっては、配水池、配水塔及び高架タンクの水位はいずれも高水位をとる。
- ③ 配水管を他の地下埋設物と交差又は近接して布設するときは、少なくとも0.3m以上の間隔を保つ。
- ④ 河川、運河、水路等の横断は、津波や洪水被害等の被災の可能性が高いところは伏越しを検討する。
- ⑤ 軟弱地盤や構造物との取合い部など不同沈下のおそれのある箇所には、可とう性のある伸縮継手を設ける。

正解は②

配水管の管径は、最も不利な条件でも必要な水量・水圧を確保できるように定める必要がある。したがって配水池、配水塔及び高架タンクの水位はいずれも低水位をとって算定する。高水位をとると管径が過小となり、低水位時に所要の水圧が確保できないため不適切である。

①：○異形管防護の検討に用いる管内水圧は、最大静水圧に水撃圧を加えたものとするという記述で正しい。

Ⅲ－11 上水道のポンプ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 管路の状況によっては水撃圧の検討が必要となり、ポンプ場内だけでなく、送配水管にサージタンクを設ける等、ポンプ場外での対策が必要となる場合もあるので、管路を含めたシステムとして検討する。
- ② 取水（導水）ポンプや送水ポンプ等の定量運転が可能なポンプは、ポンプ効率が高い運転点で使用するものとして、容量及び台数を決定し、配水ポンプや増圧ポンプは、水量の時間的変動に適合した容量及び台数とする。
- ③ ポンプの形式は、使用条件に最も適した比速度（Ns）となる形式とする。
- ④ 比速度（Ns）が大きいと一般に吐出し量が少ない高揚程のポンプを意味し、小さいと吐出し量が多い低揚程のポンプとなる。
- ⑤ キャビテーションに対して安全なためには、利用できる有効吸込水頭は、ポンプが必要とする必要有効吸込水頭より大きくなければならない。

正解は④

比速度 Ns は、吐出し量が多く揚程が低いポンプほど大きく、吐出し量が少なく揚程が高いポンプほど小さくなる。記述は大小関係が逆になっており不適切である。

⑤：○キャビテーションを防ぐには、利用できる有効吸込水頭（NPSHav）がポンプの必要有効吸込水頭（NPSHre）より大きくなければならないという記述で正しい。

Ⅲ－12 水道施設の維持管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 予防保全は、設備などの故障を未然に防止するために、運転時間に関わらず機器を無作為に抽出し、点検や部品交換を行うことをいう。
- ② 施設の合理的な管理とは、経験と勘だけに頼った管理ではなく、統計学的、数学的な予測・分析・最適化手法等を効果的に使用するものである。
- ③ 施設の補修や更新を実施するためには、定期的な施設点検を行い、データを蓄積するとともに、適宜データを分析し水道施設の状態を把握する。
- ④ 施設毎に統一的な評価をするためには、点検項目や試験項目を同一にし、数値等の客観的な指標をもって判断できるようにすることが望ましい。
- ⑤ 事後保全は、故障などが発生した後に修理する方法をいい、できるだけ短時間で修理できる体制を整えておく。

正解は①

予防保全は、一定の運転時間や期間を定めて点検・部品交換を行う時間基準保全と、劣化状態を把握して処置する状態基準保全とに分けられ、いずれも計画的に実施するものである。「運転時間に関わらず機器を無作為に抽出し」で行うものではないので不適切である。

⑤：○事後保全は故障等の発生後に修理する方法であり、できるだけ短時間で修理できる体制を整えておく必要があるという記述で正しい。

Ⅲ－13 配水量分析に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 有収水量には、料金水量や漏水量が含まれる。
- ② 無収水量には、無効水量が含まれる。
- ③ 無収水量には、管洗浄用水、漏水防止作業用水等配水施設に係る事業に使用した水量が含まれる。
- ④ 無収水量には、赤水などのため調定により減額の対象となった水量が含まれる。
- ⑤ 無効水量には、メータ不感のため料金徴収の対象とならない水量が含まれる。

正解は③

配水量分析では、配水量を有効水量と無効水量に分け、有効水量をさらに有収水量と無収水量に分ける。無収水量には、消火用水や公園用水のほか、管洗浄用水、漏水防止作業用水等の配水施設に係る事業に使用した水量が含まれるので、③が正しい。

- ①：×漏水量は有収水量ではなく無効水量に区分される。有収水量は料金水量、他会計負担水量、他事業者への分水量など、料金徴収等の対象となる水量である。
- ②：×無収水量は有効水量の一部であり、無効水量とは別の区分である。無収水量が無効水量を含むことはない。
- ④：×赤水などのため調定により減額の対象となった水量（調定減額水量）は、無収水量ではなく無効水量に含まれる。
- ⑤：×メーター不感水量は、実際には使用者に使用されている水量であることから有効水量に区分され、料金徴収の対象とならないため無収水量として扱われる。無効水量には含まれない。

Ⅲ－14 配水管の施工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 シールド工法は、推進工法に比べて大型の工事であるため、蛇行修正は容易ではない。
- ② 既設管内挿入工法は、既設管をさや管として使用し、新管を布設するもので、既設管内面と新管外面との間隙には、モルタル等を注入する。
- ③ 本管推進工法は、外装を施したダクティル鋳鉄管又は鋼管を推進させ、推進管自体を直接水道管として使用する工法である。
- ④ 配水管の布設は、一般的に開削工法で行われるが、地下埋設物の輻輳などの物理的制約、交通渋滞の防止、騒音・振動等公害防止の観点から非開削工法が採用されることがある。
- ⑤ 不断水工法を採用するときは、試験掘等により既設管の管種、外径、真円度、穿孔機の設置スペース等を確認する。

正解は①

シールド工法は、シールドマシンのシールドジャッキの推力配分等によって掘進方向を随時制御できるため、推進工法に比べて蛇行の修正は容易である。推進工法に比べて大型の工事となることは事実であるが、そのことが蛇行修正を困難にするわけではないので、記述は不適切である。

- ③：○本管推進工法は、外装を施したダクティル鋳鉄管又は鋼管を推進し、推進管自体をそのまま水道管として使用する工法であり、記述のとおりである。

Ⅲ－15 浄水発生土の取扱いに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 浄水発生土を農園芸用土として利用する場合、アルミニウムやマンガンの量が多くなると植物の生育に影響を及ぼすことがある。
- ② 浄水発生土が有価物として取引（売却）される場合であっても、産業廃棄物としての取扱いを受ける。
- ③ 浄水発生土をセメント原料とする場合、浄水発生土の含水率及び塩素イオンなどの不純物濃度の低い値が要求される。
- ④ 浄水発生土を土地改良又は宅地造成に利用する場合、粒度調整等が必要となる。
- ⑤ 浄水発生土の有効利用の方法は、薬注処理の有無や脱水方法により浄水発生土の状態が種々異なるため、排出者自らが見いだす必要がある。

正解は②

浄水発生土は、廃棄物処理法上は産業廃棄物（汚泥）に該当するが、有価物として取引（売却）される場合には廃棄物に当たらず、産業廃棄物としての取扱いを受けない。「有価物として取引（売却）される場合であっても産業廃棄物としての取扱いを受ける」とする記述は不適切である。

- ①：○浄水発生土は凝集剤に由来するアルミニウムを含み、これやマンガンが多いと植物の生育に影響を及ぼすことがあるという記述で正しい。

Ⅲ－16 水道施設の消毒副生成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 消毒副生成物は、浄水処理過程で注入される塩素やオゾンなどの酸化消毒剤が、水中の無機物質やフミン質などの前駆物質と反応して生成される。
- ② 塩素酸は、消毒用の次亜塩素酸ナトリウム中に不純物として含まれ、その濃度は、貯蔵中に次亜塩素酸の分解により上昇するため、温度を 20℃以下に保つなど、貯蔵条件に留意する必要がある。
- ③ クロロホルムは、メタン分子（CH₄）に含まれる 4 個の水素原子中、1 個が塩素原子に置き換わった物質で、一般に生成量は総トリハロメタン中で最も少ない。
- ④ ジクロロ酢酸は、酢酸分子の CH₃の部分に含まれる水素原子 2 個が塩素原子に置き換わった物質で、原水中に含まれる有機物質と塩素とが反応して生成する。
- ⑤ 総トリハロメタンの生成量は、最終的には前駆物質の濃度によるが、塩素と前駆物質との反応は比較的ゆっくり進むため、配水管内においても生成量が徐々に増加する。

正解は③

クロロホルム（CHCl₃）は、メタン分子 CH₄に含まれる 4 個の水素原子のうち 3 個が塩素原子に置き換わった物質である。また、水道水中に生成するトリハロメタンのうち、一般にクロロホルムの生成量が最も多い。置換数と生成量の多寡の 2 点で誤っており不適切である。なお、水素原子 1 個が塩素に置き換わった物質はクロロメタン（塩化メチル）であり、トリハロメタンではない。

- ②：○塩素酸は次亜塩素酸ナトリウムの分解に伴って貯蔵中に濃度が上昇するため、温度管理を含む貯蔵条件への留意が必要であるという記述で正しい。

- ⑤：○塩素と前駆物質との反応は比較的ゆっくり進むため、配水管内でも総トリハロメタンが徐々に増加するという記述で正しい。

Ⅲ－17 上水道の「水質基準に関する省令」において現在規定されている水質基準項目に含まれていないものは、次のうちどれか。

- ① フッ素及びその化合物
- ② 亜鉛及びその化合物
- ③ 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素
- ④ トリクロロ酢酸
- ⑤ 残留塩素

正解は⑤

残留塩素は、「水質基準に関する省令」が定める水質基準項目には含まれていない。遊離残留塩素は、水道法第 22 条の衛生上の措置として水道法施行規則第 17 条に定められているもので、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）以上保持するよう塩素消毒することとされている。すなわち「基準値以下であること」を求める水質基準項目ではなく、「一定量以上を保持すること」を求める規定である点が他の選択肢と異なる。

- ①：○フッ素及びその化合物は水質基準項目（0.8mg/L 以下）である。
- ②：○亜鉛及びその化合物は水質基準項目（1.0mg/L 以下）である。
- ③：○硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素は水質基準項目（10mg/L 以下）である。
- ④：○トリクロロ酢酸は消毒副生成物に係る水質基準項目（0.03mg/L 以下）である。

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 下水道計画は、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。
- ② 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、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。
- ③ 汚泥の処理に関する計画は、汚泥の性状と地域の実状を考慮し、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。
- 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、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②

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。水質環境基準が定められた水域に係る下水道計画はこの流総計画に適合しなければならないが、これを「国が定める」とする点が不適切である。

- ①：○都道府県構想は、汚水処理施設の整備手法を市町村と連携して都道府県が作成するものであり、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 下水道の計画目標年次、計画人口及び計画区域に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 下水道計画の目標年次は、基準年次からおおむね 20～30 年の範囲で定める。
- ② 下水道整備は長期にわたることが多いため、事業効果を早期に発揮するとともに、効率的な経営管理を行っていくうえでも、段階的な施設計画とすることが重要である。
- ③ 計画人口は、常住人口と移動人口に分けられる。
- ④ 1 つの地方公共団体において、地形、市街地や集落の形成状況など多くの要因により、処理区域内の処理場は必ずしも 1 つにはならない。
- ⑤ 合流式下水道を採用している区域では、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を分けずに定める。

正解は⑤

合流式下水道を採用している区域であっても、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分けて定める。両者は範囲が一致するとは限らないため、「分けずに定める」とする記述は不適切である。

- ①：○下水道計画の目標年次は基準年次からおおむね 20～30 年の範囲で定めるという記述で正しい。
- ③：○計画人口は常住人口と移動人口（通勤・通学・観光等による流入人口）に分けられるという記述で正しい。

Ⅲ－20 下水道における計画流入水質及び計画汚濁負荷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 計画流入水質は、計画汚濁負荷量を計画 1 日最大汚水量で除した値とする。供用開始からの流入水質の実績データがある場合は、その推移や季節変動等を勘案しつつ、将来の流入水質を予測し、計画流入水質を定める。
- ② 計画汚濁負荷量は、生活污水、営業汚水、工場排水、観光汚水、その他の汚水の汚濁負荷量の合計値とする。
- ③ 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。
- ④ 営業汚水による汚濁負荷量は、業務の種類、汚水の特徴等を勘案して決定する。
- ⑤ 下水道に受け入れる工場排水の汚濁負荷量は、排出負荷量が大きいと予測されるものについて、実績値を得ることが難しい場合、業種別の出荷額当たりの汚濁負荷量原単位に基づき推定する。

正解は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て求める。計画 1 日最大汚水量で除すと実際より低い流入水質を見込むことになるため不適切である。

- ③：○生活污水の汚濁負荷量は、1 人 1 日当たりの汚濁負荷量原単位に計画人口を乗じて求めるという記述で正しい。

Ⅲ－21 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 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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

正解は④

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。

③：○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－22 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、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 雨水の流入がりん除去性能に及ぼす影響は小さい。
- ④ 水温がりん除去性能に及ぼす影響は小さい。
- 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③

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下水が希釈されて、りんの放出に必要な有機物が不足するため、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。

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という記述で正しく、余剰汚泥の引抜き管理が重要となる。

Ⅲ－23 オキシデーションディッチ法の特徴を示した次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 最初沈殿池を設けず、主に機械式エアレーション装置を有する無終端水路を反応タンクとして活性汚泥処理を行う。
- ② 高 BOD-SS 負荷で運転されるため、流入下水量、水質の時間変動及び水温低下（5℃近く）があっても、安定した有機物除去が可能である。
- ③ 反応タンク内の DO 濃度は、反応タンクの流れ方向に濃度勾配が生じるが、MLSS 濃度、アルカリ度等はほぼ均一である。
- ④ 硝化反応に伴う処理水 pH の低下による処理水質の悪化を防ぐため、反応タンク内に無酸素状態を設定し、脱窒反応により、処理水 pH の低下を防ぐことを基本とする。
- ⑤ 余剰汚泥は、好気性分解が進んでおり、標準活性汚泥法に比べ安定化している。

正解は②

オキシデーションディッチ法は、無終端水路を反応タンクとして長い滞留時間・長い SRT で運転する低 BOD-SS 負荷の処理方式である。低負荷であるからこそ、流入下水量・水質の時間変動や水温低下があっても安定した有機物除去が可能となる。「高 BOD-SS 負荷で運転される」とする記述は不適切である。

- ①：○最初沈殿池を設けず、主に機械式エアレーション装置を有する無終端水路を反応タンクとするという記述で正しい。
- ⑤：○長時間の曝気により汚泥の好気性分解が進むため、余剰汚泥は標準活性汚泥法に比べ安定化しているという記述で正しい。

Ⅲ－24 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 MLSS 濃度（mg/L）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：1,500～2,000mg/L
- ② 回分式活性汚泥法（低負荷）：2,000～3,000mg/L
- ③ オキシデーションディッチ法：3,000～4,000mg/L
- ④ 酸素活性汚泥法：3,000～4,000mg/L
- ⑤ 長時間エアレーション法：1,500～2,000mg/L

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低負荷・長時間の曝気を行う方式で、標準的な MLSS 濃度は 3,000～4,000mg/L 程度である。1,500～2,000mg/L は標準活性汚泥法の標準値であり、長時間エアレーション法の値としては低すぎるため不適切である。

- ①：○標準活性汚泥法の MLSS 濃度は 1,500～2,000mg/L が標準である。
- ③④：○オキシデーションディッチ法、酸素活性汚泥法とも 3,000～4,000mg/L 程度が標準である。

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 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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

正解は①

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ため不適切である。

②：○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 下水処理水の消毒施設に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 二次処理水中に残存する細菌は、ほとんどの場合、人体に無害であるが、消毒は放流水の衛生学的な安全性を高める目的で行うもので、すべての細菌を死滅させるものではない。
- ② 塩素消毒の計画下水量は、計画1日最大汚水量とする。ただし、合流式下水道においては雨天時計画汚水量とする。
- ③ 固形塩素は、通常、次亜塩素酸カルシウム等が用いられ、安全性、管理の容易さ等から、大規模処理場の使用に適している。
- ④ 紫外線消毒で使用するランプには、低圧と中圧の2種類のタイプがあり、それぞれ特性が異なることから、処理場の状況に応じてランプを選択する。
- ⑤ オゾン消毒の反応タンクは、水深4~6m、反応時間10~20分程度を確保できる容量とする。

正解は③

固形塩素（次亜塩素酸カルシウム等）は、貯蔵・取扱いが容易で設備が簡単である反面、注入量の細かな調整がしにくく大量使用には向かないため、中小規模の処理場での使用に適している。大規模処理場では液化塩素や次亜塩素酸ナトリウムが用いられるので、「大規模処理場の使用に適している」とする記述は不適切である。

②：○塩素消毒の計画下水量は計画1日最大汚水量とし、合流式下水道においては雨天時計画汚水量とするという記述で正しい。

Ⅲ－27 下水道の開削・推進工法用の管種に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 硬質塩化ビニル管は、可とう性管で、耐食性に優れており、重量が軽く、管切断など加工性がよい。また、管体強度はコンクリート管、金属管に比べ小さい。
- ② ダクタイル鋳鉄管は、剛性管で、管体強度が大きく、靱性に富み、衝撃に強く、耐久性があるが、内外の防食面に損傷を受けると腐食しやすい。
- ③ 鉄筋コンクリート管は、剛性管で、たわみや変形が生じにくいだが、重量は比較的重く、酸により腐食しやすい。
- ④ ポリエチレン管は、可とう性管で、収縮性があり、耐摩耗性、耐食性に優れており、重量が軽く、管切断など加工性がよい。また、管体強度は金属管に比べ小さい。
- ⑤ 強化プラスチック複合管は、可とう性管で、管体強度が大きく、耐食性に優れている。また、重量が軽く施工性がよい。

正解は②

下水道の管種は、外力に対する挙動によって剛性管と可とう性管に分類される。剛性管は鉄筋コンクリート管、陶管等であり、ダクタイル鋳鉄管は硬質塩化ビニル管、ポリエチレン管、鋼管、強化プラスチック複合管とともに可とう性管に分類される。したがって「剛性管で」とする点が不適切である。管体強度が大きく靱性に富み衝撃に強いこと、内外面の防食被覆に損傷を受けると腐食しやすいことは、いずれもダクタイル鋳鉄管の特徴として正しい。

③：○鉄筋コンクリート管は剛性管で、たわみや変形が生じにくい反面、重量が比較的重く、硫酸等の酸により腐食しやすいという記述で正しい。

Ⅲ－28 下水道の管路施設の計画的維持管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 管路施設の目標設定に当たっては、管路施設が地下に埋設されているという施設の特性を踏まえたうえで、アウトカム目標、アウトプット目標、インプット目標を設定する。
- ② 管路施設に係るリスクは、事故等が発生したときの「被害規模」と不具合に伴う「被害の発生確率」から客観的に評価する。点検・調査又は修繕及び改築等維持管理の優先順位は、リスク評価結果を基に設定する。
- ③ 点検は、マンホールのふたを開け、マンホールから目視可能な範囲の管内の状況、堆積物の有無及び流下状況を観察するとともに、管路施設の不具合を早期に発見することを目的に実施する。
- ④ 調査は、管路施設の状態を詳細に把握することを目的として実施する。
- ⑤ 長寿命化対策とは、スパン単位（マンホール間）で異常が顕著な場合に、スパン全体を布設替工法により既存の施設を新しい施設に取り替えることをいう。

正解は⑤

長寿命化対策は、点検・調査の結果に基づき、管更生工法等による部分的な改築を行って施設を可能な限り長く使用するための対策である。スパン全体を布設替工法により新しい施設に取り替えることは「更新」に該当するので、長寿命化対策の説明としては不適切である。なお、ストックマネジメントにおける改築は、更新と長寿命化対策を合わせた概念である。

②：○リスクを「被害規模」と「被害の発生確率」から客観的に評価し、その結果に基づいて点検・調査、修繕・改築の優先順位を設定するという記述で正しい。

Ⅲ－29 下水汚泥の重力濃縮タンクの設計において、重力濃縮タンクへの投入汚泥の量を $1,200\text{m}^3/\text{日}$ 、重力濃縮タンクへの投入汚泥の固形物濃度を 1% 、重力濃縮タンクの固形物負荷を $60\text{kg-DS}/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ とすると、重力濃縮タンクの必要水面積の値はどれか。ただし、重力濃縮タンクへの投入汚泥の比重量は $1,000\text{kg}/\text{m}^3$ とする。

- ① 20m^2
- ② 50m^2
- ③ 200m^2
- ④ 500m^2
- ⑤ 720m^2

正解は③

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

投入固形物量＝投入汚泥量×固形物濃度×汚泥の比重量

$$= 1,200\text{m}^3/\text{日} \times 0.01 \times 1,000\text{kg}/\text{m}^3 = 12,000\text{kg-DS}/\text{日}$$

$$\text{必要水面積} = 12,000\text{kg-DS}/\text{日} \div 60\text{kg-DS}/(\text{m}^2 \cdot \text{日}) = 200\text{m}^2$$

したがって③が正しい。

Ⅲ－30 下水汚泥の消化方式に関する次の記述の、[] に入る語句、値の組合せとして、最も適切なものはどれか。

汚泥消化は、[ア] 的状态に保たれた汚泥消化タンク内で、有機物を[ア] 性微生物の働きで[イ]、液化及びガス化する処理法である。汚泥を汚泥消化タンクで消化温度に応じて適当な消化日数をとると、投入汚泥中の有機物は液化及びガス化により[ウ] %減少する。この結果、汚泥の減量化と質の安定化、また、衛生面の安全性が図れる。消化の副産物として生成される[エ] を主成分とした消化ガスは、脱硫後、汚泥消化タンクの加温や汚泥焼却炉の補助熱源として利活用されるほか、消化ガス発電等に利活用されている。

- ① ア：好気 イ：低分子化 ウ：40～60 エ：一酸化二窒素
- ② ア：好気 イ：高分子化 ウ：40～60 エ：メタン
- ③ ア：嫌気 イ：低分子化 ウ：10～20 エ：一酸化二窒素
- ④ ア：嫌気 イ：低分子化 ウ：40～60 エ：メタン
- ⑤ ア：嫌気 イ：高分子化 ウ：10～20 エ：メタン

正解は④

汚泥消化は、嫌気的状态に保たれた汚泥消化タンク内で、有機物を嫌気性微生物の働きにより低分子化し、液化及びガス化する処理法である（ア＝嫌気、イ＝低分子化）。消化温度に応じた適当な消化日数をとると投入汚泥中の有機物は 40～60%程度減少し（ウ）、汚泥の減量化と質の安定化、衛生面の安全性が図られる。副産物として生成される消化ガスはメタンを主成分とし（エ）、脱硫後に汚泥消化タンクの加温や汚泥焼却炉の補助熱源、消化ガス発電等に利活用される。

したがって④の組合せが正しい。

Ⅲ－31 下水汚泥の脱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 一般に濃縮汚泥又は消化汚泥に含まれる水分は 96~98%で、これを含水率 80%程度に脱水すると、容量が 1/50~1/100 程度に減少して取扱いが容易になる。
- ② 遠心脱水機は、汚泥に高分子凝集剤を添加して重力加速度の 1,500~3,000 倍の遠心効果を与え、短時間で固液分離を行う脱水機である。
- ③ ベルトプレス脱水機は、多数のロールの間にろ布を組み込んだ構造を持ち、凝集した汚泥を上下のろ布で挟み込みながら、圧搾力とせん断力によって脱水を行う設備である。
- ④ 圧入式スクリュースプレス脱水機は、円筒状の外筒スクリーンと円錐状のスクリューとの間にろ室を設けた構造を持ち、外筒スクリーンと押圧板（プレス）との間隙から脱水汚泥が排出される。
- ⑤ 多重板型スクリュースプレス脱水機は、リング状の可動板と固定板を交互に積層した外胴、その内部で回転しながら汚泥を搬送・圧縮するスクリューと脱水汚泥排出口に設けられ内部圧力を高める役割を持つ背圧板から構成される。

正解は①

脱水の前後で汚泥中の固形物量は変わらないので、容積比は固形物濃度の逆比となる。含水率 96%（固形物 4%）の汚泥を含水率 80%（固形物 20%）まで脱水すると $4/20=1/5$ に、含水率 98%（固形物 2%）の場合は $2/20=1/10$ になる。すなわち容量は 1/5~1/10 程度に減少するのであって、1/50~1/100 とする記述は減少の程度が過大であり不適切である。

②：○遠心脱水機は、高分子凝集剤を添加した汚泥に重力加速度の 1,500~3,000 倍の遠心効果を与えて短時間で固液分離するという記述で正しい。

Ⅲ－32 下水汚泥焼却炉の中で、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 焼却効率がよく、未燃分が極めて少ない。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 炉の排ガス温度が臭気分解温度以上で制御される。
- ⑤ 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。

正解は⑤

流動焼却炉は、流動媒体である珪砂の蓄熱量が大きいので、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、温度降下の速さ、昇温時間のいずれも記述が逆であり不適切である。

②：○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。

③：○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という記述で正しい。

Ⅲ－33 COD 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。

COD は，水中の〔ア〕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〔イ〕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〔ウ〕を意味し，両者の間に一定の関係がある場合が多く，一般に BOD/COD 比が〔エ〕のときは，活性汚泥による処理がしやすい。

- ① ア：被酸化性物質 イ：酸素量 ウ：有機性汚濁物質 エ：2 程度
- ② ア：被酸化性物質 イ：炭素量 ウ：無機性汚濁物質 エ：同程度
- ③ ア：有機性物質 イ：酸素量 ウ：有機性汚濁物質 エ：同程度
- ④ ア：有機性物質 イ：炭素量 ウ：無機性汚濁物質 エ：同程度
- ⑤ ア：有機性物質 イ：酸素量 ウ：無機性汚濁物質 エ：2 程度

正解は①

COD 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 で表したものである（ア＝被酸化性物質、イ＝酸素量）。被酸化性物質には無機物も含まれるが、BOD と同様に主として有機性汚濁物質量を意味する指標として用いられる（ウ）。一般に BOD/COD 比が 2 程度のときは生物分解されやすい有機物が多く、活性汚泥による処理がしやすいとされる（エ）。したがって①の組合せが正しい。

Ⅲ－34 下水道施設に設けられる自家発電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 自家発電設備は災害時に必要となる重要な設備であるため，地震，津波，浸水等に対して機能を喪失することのないように BCP，地域防災計画を考慮した設置位置，耐震化，耐水化等の対策を行う。
- ② 自家発電設備の運転は，自動制御方式を標準とする。また，自家発電設備を 2 基以上設ける場合は，並列運転可能な設備を標準とする。
- ③ 常用発電設備は，稼働時間の少ない雨水ポンプを電動機で駆動する場合など，契約電力の低減等を考慮したピークカットを図るために設置する。
- ④ 非常用発電設備は，電力会社からの電力供給支障（停電）時に，全施設の電力を確保するために設置する。
- ⑤ 設置する施設の敷地境界線において，騒音，振動レベルが規制値以下になるように消音装置等を考慮するとともに，法令を遵守し，近隣住民へ配慮した設備とする。

正解は④

非常用発電設備は、電力会社からの電力供給が停止した際に、ポンプ設備や処理機能の維持など保安上必要な重要負荷へ電力を供給するために設置するものである。全施設の電力をまかなうこととすると設備が過大になるため、「全施設の電力を確保するために設置する」とする記述は不適切である。

③：○常用発電設備は、稼働時間の少ない雨水ポンプを電動機で駆動する場合などに、契約電力の低減（ピークカット）を図るために設置するという記述で正しい。

Ⅲ－35 多目的利用を目的とした処理水再利用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 凝集沈殿法は、二次処理水の SS や有機物除去を目的として適用されるプロセスであり、適正な凝集剤の注入を行えば処理水の全りん濃度は 0.5mg/L が期待できる。
- ② 急速ろ過法は、砂等の粒状層に一定流速で水を通し、主としてろ材への付着やろ層でのふるい分けによって流入水中の浮遊物質の除去を行う。
- ③ オゾン酸化法は、強い酸化力を利用して、二次処理水中に残存する有機物の分解、大腸菌群や一般細菌の殺菌、ウイルスの不活性化、脱色、脱臭等を行う。
- ④ 活性炭吸着法は、活性炭の吸着作用を利用して下水中の有機物、色度、臭気成分等を除去する方法であり、活性炭は多くの微細孔を持つ多孔質構造で、重量当たりの表面積が極めて大きく、この微細孔が吸着能力を持っている。
- ⑤ 生物膜ろ過は、嫌気状態のろ層に原水を通水させることで、ろ材の表面に生物膜が形成され、この生物膜によって原水中の無機分の捕捉を行う。

正解は⑤

生物膜ろ過は、好気状態に保ったろ層に原水を通水し、ろ材表面に形成された生物膜の働きで有機物やアンモニア性窒素等を分解するとともに、ろ層で懸濁物質を捕捉する方法である。「嫌気状態のろ層」とする点、及び捕捉の対象を「無機分」とする点の 2 点で不適切である。

- ①：○凝集沈殿法は二次処理水の SS や有機物の除去を目的とし、適正な凝集剤注入により処理水の全りん濃度 0.5mg/L 程度が期待できるという記述で正しい。