

## ＜問題Ⅳ－（２）：上水道及び工業用水道＞

1. 水道事業におけるアセットマネジメントに関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。
  - a. 水道におけるアセットマネジメントは、持続可能な水道事業を実現するために、中長期的視点に立ち、水道施設のライフサイクル全体にわたって効率的かつ効果的に水道施設を管理運営する体系化された実践活動と定義されている。
  - b. アセットマネジメントは、①必要情報の整理、②マイクロマネジメントの実施、③マクロマネジメントの実施、④更新需要・財政収支見通しの活用の４つの要素で構成される。
  - c. ミクロマネジメントとは個々の水道施設の日常的な資産管理（運転管理、点検調査）、機能診断とその評価及び補修のことである。
  - d. マクロマネジメントとは健全度評価や耐震診断による重要度や優先度の設定、更新需要・財政収支見通しを含めた中長期的な水道施設全体の資産管理のことである。
  
2. 水道の広域化に関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。
  - a. 広域水道とは、市町村の行政区域を越えた広域の見地から経営される水道をいう。市町村単位で水道事業を経営するよりは、水道を地域的に広域化することにより、水資源の広域的利用や重複投資を排した施設の合理的利用による給水の安定化と財政基盤の強化が図られるとの考え方に基づくものである。
  - b. 水道法では昭和 52 年の改正で、水道の広域的な整備を円滑に推進するため、広域的な水道整備計画の策定に関し、手続き及び内容等を明らかにしており、都道府県知事の要請により策定される。
  - c. 新水道ビジョンでは発展的な広域化として、水道事業の持続性が確保できるような多面的な配慮や、これまでの広域化の形態にとらわれない多様な連携方策を、人材・施設・経営の各分野において既存の枠組みにとらわれない発展的な連携が示された。
  - d. 国内の広域水道の形態は、水道事業と水道用水供給事業があり、事業主体は都府県営や一部事務組合営（企業団営）である。

3. 水道事業における民間的経営手法に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 水道法上、水道事業の経営は市町村営が原則となっているが、業務のすべてを直営で行うことはほとんどなく、定型的な業務などについて民間事業者のノウハウ等の活用が効果的であると判断される場合には、個別委託（従来型業務委託）が実施されている。
- b. 第三者委託は、浄水場の運転管理業務などの水道の管理に関する技術上の業務について、技術的に信頼できる他の水道事業者等や民間事業者といった第三者に水道法上の責任を含め委託するものである。平成 13 年 7 月の水道法改正により創設され、平成 14 年 4 月から施行されている制度である。
- c. DBO (Design Build Operate) は、施設の設計、建設、維持管理、修繕等の業務について民間事業者のノウハウを活用して包括的に実施するもので、契約期間は、10~ 30 年の長期にわたり、施設整備に伴う資金調達は水道事業者等が担うものである。
- d. PFI (Private Finance Initiative) は、公共施設等の設計、建設、維持管理、修繕等の業務について、民間事業者の資金とノウハウを活用して包括的に実施するもので、事業形態としては、サービス購入型、ジョイントベンチャー型、独立採算型の 3 類型に分類されるが、日本の水道事業者等において導入されている例では、いずれも「独立採算型」となっている。

4. 取水施設に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 計画取水量は、計画一日最大給水量と取水から浄水処理までの損失水量等を考慮して定めるが、一般的に計画一日最大給水量に 10%程度を見込んだ計画とすることが適切である。
- b. 取水施設は、水源の種類にかかわらず年間を通して計画取水量を確実に取水できるものとし、水源が地下水の場合には、地下水を過剰揚水すると地下水位が異常低下して、取水量が減少することがあり、被圧地下水の場合には、渇水時に水位が低下し所定の取水が困難となることもある。
- c. 取水施設は、原水として水質が良好であって、将来に渡って汚濁されることのない地点に設置する必要がある。特に、河川の場合は、下水その他汚水の流入地点の付近を避けるとともに、海水の遡上しない地点に設置する。
- d. 取水施設は、災害や事故など、非常時における取水への影響をできるだけ小さくなるような地点に設置するとともに、水源の分散化や取水施設を含めた水道施設の多系統化を図る。

5. 地下水の取水に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- 地下水の開発は、十分な地下水賦存量が存在することの確認が前提になるので、予備調査として、その地域に関する水文関係資料、既存の地下水関係資料をできるだけ収集し、検討する必要がある。
  - 採水層は、掘削中の地層が変わるごとに採取した地質試料、掘削中の泥水の量的質的变化、湧水、逸水などの有無、電気検層結果を参考に決定する。
  - 一本の井戸で計画取水量を得る場合の適正揚水量は揚水試験により判断する。段階揚水試験により限界揚水量が求められた場合は、その 70% 以下の量を適正揚水量とする。
  - 複数の井戸(既設井戸を含む)で計画取水量を得る場合は、井戸相互の影響圏を考慮して本数を決定し、揚水量は揚水試験により判断する。
6. 浄水方法の選定に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- 浄水処理方法の選定では、処理対象物質を不溶解性成分と溶解性成分に分け、それぞれ適切な処理方法を組み合わせて検討する。
  - 水源が同一水系であれば、施設の規模に関係なく同一の処理方法とすることが合理的である。
  - クリプトスポリジウム等による汚染のおそれが高い原水の浄水場において、原水が地表水の場合はろ過設備(急速ろ過、緩速ろ過、膜ろ過等)を、また原水が地表水以外の場合はろ過設備又は紫外線処理設備のいずれかの設備をそれぞれ整備する。
  - 高度な運転制御や維持管理技術を要する処理方法を採用するには、外部への管理委託も含めて検討し、処理方法に応じた技術者の確保及び管理体制の構築が必要である。
7. 沈澱池に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- 横流式沈澱池の水流の安定化には、池を細長くして流れに直線性を与えることが大切で、長さは幅の 3~8 倍とすることが良いとされている。また、池内の平均流速は、0.4m/min 以下を標準とする。
  - 傾斜板(管)式沈澱池の表面負荷率は、処理水量を沈降装置の沈降板の水平投影延べ面積で除して求め、9mm/min 以上とする。
  - 横流式沈澱池の運転に当たっては、フロックの沈降状況、沈澱スラッジの再浮上の有無及び処理水濁度などを確認するとともに、その結果を凝集や薬品注入に反映し、良好な沈澱水が得られるように努める。
  - 横流式沈澱池に藻類が発生し、後段の処理工程に悪影響を及ぼすおそれがあるときは、これを除去する。除去には薬品(塩素剤など)による方法もあるが、多量に発生した場合は沈澱池を空にして清掃を行う。

8. 急速ろ過池に関する記述として、正しいものを a~d のなかから選びなさい。
- a. 池数は、予備を含め最小限 2 池以上とし、予備池は 10 池までごとに 1 池の割合とする。また、1 池のろ過面積は 150m<sup>2</sup>以下を標準とする。
  - b. 砂層の厚さは 50~70cm を標準とする。
  - c. 急速ろ過池には、流入・流出流量の平衡、砂面上水深の確保、ろ過速度の急変回避のため、ろ過水流出側にバタフライ弁などの流量調節装置が必ず必要である。
  - d. クリプトスポリジウム等により水道原水が汚染される恐れのある場合は、ろ過池出口の水の濁度を常時把握し、ろ過水濁度を 1 度以下としなければならない。
9. 膜ろ過施設の膜及び膜モジュールに関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- a. 精密ろ過膜の細孔は小さいもので 0.01  $\mu$ m、一般によく用いられているものは 0.01~0.3  $\mu$ m 程度であり、分離対象物は形をもった粒子あるいは微生物である。これに対して限外ろ過膜の孔径は数 nm~数十 nm であり、高分子量物質(分子量 1000~30 万 Da 程度)、コロイド、蛋白などの分子も分離できるようになる。
  - b. 膜及び膜モジュールの強度は、ろ過圧力、負圧、エアレーションによる洗浄時の繰り返し応力などの機械的変化、加えて、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、膜及び膜モジュールは水撃圧による衝撃を極力受けまいよう配慮する。
  - c. 運転時間の経過とともに膜の劣化とファウリングが起きる。ファウリングは、膜自身の変化ではなく、膜供給水中の溶質が膜によって阻止されることにより膜の目詰まりや付着層の形成が進行し膜機能が低下する現象のことで、性能回復することはできない。
  - d. 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。選定に当たっては、処理対象水の性状や洗浄方式及び膜の特性等を考慮し、膜及び膜モジュールの構造に適合したものとする。

10. 浄水施設に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 水質基準への適合等は浄水処理水を対象とした最低限守るべき基準であることを考慮の上、水道事業者の自己責任において、安全・快適な水の供給を目指して、浄水水質の水質管理項目と目標値を設定する必要がある。
- b. 浄水処理方法の選定には、どのような原水水質に対しても浄水水質の管理目標を満足することをはじめ、浄水施設の規模や運転制御及び維持管理の技術水準などを考慮する必要がある。
- c. 浄水施設の選定に当たっては、同じ浄水処理方法であっても採用できる施設は条件によって異なってくるため、施設の設置スペース、建設費、運転費、維持管理費を含むトータルコスト、維持管理の確実性、容易性及び環境負荷低減技術の選択も考慮する。
- d. 浄水施設は計画浄水量を適正に処理できる能力とする。また、改良・更新時においても浄水能力を確保し、災害や機器の故障・事故などに際しての水道システムとしての安全性を高めるため、予備力を持つことが望ましい。浄水場内の施設を複数の系列に分割した場合の浄水場の予備力は一系列相当分程度とし、当該浄水場の計画浄水量の 25%程度を標準とする。

11. 浄水場の運転管理に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 浄水処理工程における水量管理は、処理すべき目標水量に対して、各処理工程で水量を測定し、目標値と比較しそれに合致するように設備や装置を制御することである。
- b. 浄水場における水質管理とは、浄水施設出口での水質測定値と基準値とを比較して、適合しているかどうかを確認することである。
- c. 施設管理とは、浄水施設の状態を巡視・点検し、異常個所を早期に発見して整備・補修を行うとともに、燃料、油脂類、試薬の補充等の作業を実施して、常時円滑な運転が行える状態に整備することである。
- d. 薬品管理は、浄水場で使用する薬品の需給計画に基づいて必要量を発注して、納入された薬品の品質及び量を検査した上で貯蔵、調整するほか、水量及び水質を基に注入率や注入量を決定し、注入を行うことである。

12. 水道施設維持管理の充実を図るための取組みに関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。

- a. 地震災害等の大規模な被災によって業務遂行能力が低下した状況下でも、すべての業務を継続するための計画として事業継続計画（BCP）を策定する。
- b. 老朽化施設の更新は、アセットマネジメント等の手法を用いて中長期の更新需要、財政収支を考慮した計画を策定し、着実に進める。
- c. 給水の安定性と効率性を向上させるため、計装技術の進歩を十分に活用して施設の自動化を進める。
- d. 省エネルギーなど環境負荷低減を志向した施設更新と運転管理を行う。

13. 排水処理施設に関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。

- a. 浄水能力 1 万 m<sup>3</sup>/日以上浄水場の沈澱施設及びろ過施設や脱水能力 5m<sup>3</sup>/日以上脱水施設は、水質汚濁防止法に基づき「特定施設」に指定され、公共水域への排水には、水質汚濁防止法の排水基準が適用される。
- b. 加圧脱水機は、スラッジに機械的圧力を加え、圧搾・脱水する装置である。水道で使用される加圧脱水機はフィルタープレス型が多い。
- c. 加圧脱水機の前処理として消石灰を注入する方法と無薬注の方法がある。前者の場合は、脱水効率は良くなるが、発生ケーキの pH 値が高くなり、埋立処分する場合は環境上の問題とならないよう管理型の最終処分場とするなどの対応が必要となる。
- d. 汚泥の脱水に要する時間は、無薬注型の場合、短時間型で約 1 時間、長時間型で数十時間、消石灰などを使用した場合は 20～30 分間が一般的である。また、一般に脱水ケーキの含水率は 55～65% で、圧搾機構のあるものは更に 5～10% 程度減少できる。

14. 水質管理に関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。

- a. 世界保健機構（WHO）では食品製造分野で確立されている HACCP（Hazard Analysis and Critical Control Point）の考え方を導入し、水源から給水栓に至る全ての段階でリスク評価とリスク管理を行い、安全な水の供給を確実にする水道システムを構築する「水安全計画」（Water Safety Plan）を提唱している。
- b. 原水の水質管理は、水源の種別に応じて適切に行う必要があり、特に河川下流域の表流水を原水とする場合には、流域の利用形態を考慮して、刻々変化する水質を連続的に監視する方法を講じる必要がある。
- c. 送・配水、給水過程の水質管理は、配管の材質及び劣化による水質の悪化を監視することである。
- d. 貯水槽水道について、水道事業者は水道法施行規則に基づき、貯水槽水道の設置者に対する適正な管理の指導、助言及び勧告についての事柄を供給規程に盛り込むことができる。

15. 水道事業の安全衛生管理に関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。

- a. 水道施設は各種の設備で構成されているが、設備による災害を防止するためには、原因となる設備の危険箇所を排除する物からの対策と、行動を改善する人からの対策が安全確保の両輪となる。
- b. 物からの対策は、機械が故障した場合に、そのまま事故・故障に結びつくことなく安全を確保する機構（フルプルーフ）と、誤操作の場合でも直接事故に結びつかないような機構（フェイルセーフ）により、失敗→事故→災害発生を未然に食い止め、又は被害を最小限にとどめる装置を設けるなどが必要である。
- c. 人からの対策は、日常の作業はもとより、点検・整備及び事故・故障時の対応についても、方法・手順を定め、作業者に周知徹底を図ることが大切である。
- d. 作業環境管理とは、有害要因を工学的な対策によって作業環境から除去し、良好な作業環境を確保するための対策である。

16. 水処理機械設備に関する記述として、正しいものを a～d のなかから選びなさい。

- a. 除塵設備は、原水に含まれる浮遊物などの流入を防止し、浄水作業に支障を来さないようこれらを除去するために設置するもので、レーキ式とロータリ式のものがある。
- b. フラッシュミキサは、混和池において、塩素剤と原水を機械的に急速に混和させるもので、回転軸に平行にパドルを取り付けた翼を有するパドル式や、平板に垂直な攪拌羽根をつけた翼を有するタービン式などがある。
- c. フロキュレータは、回転軸に平行にパドルを取り付けた翼を緩やかに回転させるもので、水路中に阻流板を設ける迂流方式と比較して、処理水の状況に応じて攪拌強度を変えることができる利点があるが、損失落差が大きく、消耗部品の取替えなど定期的な整備が必要である。
- d. スラッジ搔寄機は、リンクベルト式、水中けん引式の2種類が一般的に使用されている。

17. 設備の計画・設計に当たっての危機管理対策に関する記述として、誤っているものを a～d のなかから選びなさい。

- a. 設備は各事業者の水安全計画等に基づく管理項目を的確に管理でき、管理値を超えた場合は即座に対応できるシステムとする。
- b. 重要度の高い設備は、二重化、二系統化あるいは統合、集中化を図るとともに、必要に応じてバックアップを考慮した構成とする。
- c. 監視制御システムは、サイバーテロの対象となることも想定し、その被害を局所化、最小化できる構成とする。
- d. 設備は可能な範囲で簡素化、ユニット化を図り、設備の設置空間、ケーブル及び配管の布設ルート等は復旧作業を考慮した配置とする。

18. 計画配水量に関する記述として、正しいものを a~d のなかから選びなさい。
- 計画配水量は、原則として当該配水区域の計画時間最大配水量とする。
  - 計画配水量は、原則として当該配水区域の計画一日平均配水量とする。
  - 計画配水量は、原則として当該配水区域の計画一日最大配水量の時間平均水量とする。
  - 計画配水量は、原則として当該配水区域の計画一日平均配水量に時間係数を乗じた水量とする。
19. 配水区域のブロック化に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- 監視機器の設置が適正にでき、流量や水圧、水質等の把握が容易となる。
  - 漏水箇所、漏水量の把握が容易となり、効率的な漏水調査が可能となる。
  - 災害や事故が発生した場合に、影響範囲を極限化することができる。
  - 小規模水道や配水管網が複雑でない地域は標高に応じた区域設定より、配水支管網ブロックに細分化する方が合理的な場合が多い。
20. 配水施設に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- 配水池の配置については、配水区域の近傍で、ポンプ配水上有利な低所を選定する。
  - 配水施設は、水の持つ位置エネルギーを最大限に活用し、自然流下による配水により電力を節減する省エネルギーが図れる配置とすることが理想的である。
  - 配水池の容量は、時間変動調整容量、非常時対応容量、消火用量を考慮して、計画一日最大給水量の 12 時間分を標準とする。
  - 配水施設は、浄水を汚染することなく、かつ、変質させることのないように水質保持について適切な配慮がなされていることが必要である。
21. 消火用水量に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- 小規模水道の消火用水量は消火栓 1 栓の放水量を  $1\text{m}^3/\text{min}$ 、同時に開放する消火栓 1 栓を標準として設定する。
  - 配水管の受け持つ給水区域内の計画給水人口が 100,000 人以下のものについては、配水管の設計において、計画時間最大配水量に消火用量を加算した水量で管径を検討する。
  - 消火用水量は配水池の受け持つ計画給水人口が 50,000 人以下の場合は、原則として配水池容量に消火用量を加算して設計する。
  - 火災時の動水圧は、火点で負圧にならないようにするとともに、配水管内においても一様に負圧にならないよう保つ必要がある。



22. 配水管から給水管に分岐する箇所での配水管内の最大静水圧に関する記述として、正しいものを a~d のなかから選びなさい。
- a. 0.15kPa を超えないものとする。
  - b. 0.74kPa を超えないものとする。
  - c. 15kPa を超えないものとする。
  - d. 740kPa を超えないものとする。
23. 配水管の管径算定における動水圧の計算で条件とする配水池の水位に関する記述として、正しいものを a~d のなかから選びなさい。
- a. 配水池、配水塔及び高架タンクの水位はいずれも水槽内の平均水位とする。
  - b. 配水池は高水位とするが、配水塔及び高架タンクは水槽内の平均水位とする。
  - c. 配水塔及び高架タンクは高水位とするが、配水池は低水位とする。
  - d. 配水池、配水塔及び高架タンクの水位はいずれも低水位とする。
24. 遮断用バルブ及び制御用バルブに関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- a. 配水本管におけるバルブは管路の始点や交差部、水管橋の両端などに設置し、管路が長いときは1~3km ごとに設置する。
  - b. バルブの塗装は水道用エポキシ樹脂粉体塗装や水道用無溶剤形エポキシ樹脂塗装等がある。
  - c. 管径 100mm 以上のバルブには副弁内蔵型のバルブを使用する。
  - d. バルブ室の構造は堅牢で、バルブの操作、点検に支障がないものとする。
25. 配水管に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- a. 配水管は内圧、外圧に耐える強度を持つものでなければならない。また内圧は実際に使用する管路の最大静水圧と水撃圧を考慮する。
  - b. 配水管には、硬質ポリ塩化ビニル管、鋼管、ダクタイル鋳鉄管、水道配水用ポリエチレン管等があり、ステンレス鋼管は含まれない。
  - c. 配水管の埋設場所において有機溶剤の影響などがある場合は、硬質ポリ塩化ビニル管及び水道配水用ポリエチレン管の使用は避けなければならない。
  - d. 配水管の管種は、管の材質により、水が汚染されるおそれがないものでなければならない。

26. 管路の自然腐食及び電食に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 管路の腐食は、自然腐食と電食に大別され、自然腐食はさらにマイクロセル腐食とマクロセル腐食に区分される。
- b. ミクロセル腐食は、金属管の表面上の微視的な局部電池作用によって生じる一般土壌腐食があり、特殊土壌腐食は、マクロセル腐食に該当する。
- c. 直流電気鉄道の電車電流の一部が地中を通り変電所に帰流する際に、地中に埋設された金属管を通り、これらの金属管から電流が流出する部分に電食が生じる。
- d. 管が鉄筋コンクリート部を貫通して布設され、鉄筋と電氣的に接触する場合や異種金属（鋼管と黄銅バルブ等）を接続する場合などはマクロな腐食電池が形成され、マクロセル腐食の原因となる。

27. 給水方式に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。

- a. 直結直圧式は配水管の動水圧により直接給水する方式である。
- b. 直結増圧式は給水管の途中に増圧給水設備を設置し、圧力を増して直結給水する方式である。受水槽設置スペースの有効利用など給水サービスの向上を図れる。
- c. 直結・受水槽併用方式は、一つの建物で直結式、受水槽式の両方の給水方式を併用するものである。
- d. 受水槽式は、給水管から水道水を一旦受水槽に受け、この受水槽から給水する方式である。配水管の水圧が変動した場合、受水槽以降の給水圧を一定に保持できない特徴がある。

28. 耐震設計の基本方針に関する記述として、正しいものを a~d のなかから選びなさい。

- a. レベル 1 地震動は当該施設の設置地点において発生するものと想定される地震動のうち、最大規模のもの。
- b. 耐震性能 1 は地震によって健全な機能を損なわない性能。
- c. レベル 2 地震動は当該施設の設置地点において発生するものと想定される地震動のうち、当該施設の供用期間中に発生する可能性の高いもの。
- d. 耐震性能 3 は地震によって生じる損傷が軽微であって、地震後に必要とする修復が軽微なものにとどまり、機能に重大な影響を及ぼさない性能。

29. 耐震設計に関する記述として、誤っているものを a~d のなかから選びなさい。
- a. 工学的基盤面とは、耐震設計において地表面と仮定する地盤面。
  - b. 地盤種別とは、地震時における地盤の振動特性に応じて、工学的に分類する地盤の種類。
  - c. スロッシング現象とは、タンクや水槽等の内容液の固有周期が地震動に含まれる卓越周期と近接していることにより、液面振動が著しく成長する現象。
  - d. 側方流動とは、液状化に伴い、地盤が水平方向に移動すること。

30. 漏水音の伝播性に関する記述として、正しいものを a~d のなかから選びなさい。
- a. 漏水音の伝播距離は、大口径の管路より小口径の管路の方が短い。
  - b. 漏水音の伝播距離は、鋳鉄管より塩ビ管の方が短い。
  - c. 漏水音の伝播距離は、漏水量が多いほど短い。
  - d. 漏水音の伝播距離は、水圧が高いほど短い。