

問題 0001

汚水処理計画 > 水量・水質・汚濁負荷 | 難易度 2

排水量1,200 m³/日、BOD濃度250 mg/Lの排水のBOD負荷量として正しいものはどれか。
ア. 30 kg/日 (換算桁を1桁ずらす計算)
イ. 3,000 kg/日 (別の単位換算係数を用いる計算)
ウ. 300 kg/日 (算定式: $1,200 \times 250 \div 1,000 = 300$ kg/日である。mg/Lとm³/日の積は1,000で除すとkg/日になる)
エ. 4.8 kg/日 (濃度を流量で除する計算)

解答・全4肢解説

正答：ウ
ア解説：単位換算を1桁余分に行った値である。
イ解説：mg/Lからkg/m³への換算を行わず過大評価している。
ウ解説： $1,200 \times 250 \div 1,000 = 300$ kg/日である。mg/Lとm³/日の積は1,000で除すとkg/日になる。
エ解説：濃度を流量で割る計算では負荷量にならない。
総合解説：汚濁負荷量は「流量×濃度」で評価する。濃度だけでは排出される汚濁物質の総量は判断できない。

問題 0002

汚水処理計画 > 水量・水質・汚濁負荷 | 難易度 3

A系統は500 m³/日・COD 200 mg/L、B系統は300 m³/日・COD 500 mg/Lである。両系統を合流させたときのCOD総負荷量として正しいものはどれか。
ア. 350 kg/日 (各値を単純加算する計算)
イ. 312.5 kg/日 (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
ウ. 160 kg/日 (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
エ. 250 kg/日 (設問対象の値・結果として対応づける候補)

解答・全4肢解説

正答：エ
ア解説：200と500の濃度を単純加算して流量を考慮していない。
イ解説：これは合流後濃度312.5 mg/Lと混同した値で、負荷量の単位ではない。
ウ解説：総流量800 m³/日だけを用いた不適切な換算である。
エ解説：A系統100 kg/日とB系統150 kg/日を合計し250 kg/日となる。
総合解説：複数系統の負荷は各系統の流量×濃度を質量負荷へ変換してから合算する。

問題 0003

汚水処理計画 > 水量・水質・汚濁負荷 | 難易度 1

汚濁物質を含まない清水を排水に加え、汚濁物質の反応や除去が起こらない場合の変化として最も適切なものはどれか。

- ア. 濃度も質量負荷量も同じ割合で低下する。
- イ. 濃度は変わらず、質量負荷量だけ増加する。
- ウ. 汚濁物質濃度は低下するが、汚濁物質の質量負荷量は原則として変わらない。
- エ. 濃度も質量負荷量も増加する。

解答・全4肢解説

正答：ウ
ア解説：清水を加えただけでは汚濁物質の質量は減少しない。
イ解説：水量増加により濃度は低下する。
ウ解説：清水追加は物質量を除去しないため、同じ質量がより大きな水量に分散して濃度だけが下がる。
エ解説：汚濁物質を追加していないため質量負荷は増加しない。
総合解説：処理計画では濃度と負荷量を区別する。希釈は除去処理ではない。

問題 0004

汚水処理計画 > 水量・水質・汚濁負荷 | 難易度 2

時間帯によって流量と水質が大きく変動する工場排水について、1日平均的な汚濁負荷を把握するための考え方として最も適切なものはどれか。

- ア. 最も濃度が低い時間帯に1回だけ採水する。
- イ. 最も流量が小さい時間帯に1回だけ採水する。
- ウ. 採水時刻にかかわらず1回の瞬間試料を必ず日平均値とみなす。
- エ. 時間変動を考慮して複数回採水し、必要に応じて流量に応じた合成試料や負荷量で評価する。

解答・全4肢解説

正答：エ
ア解説：低濃度時だけでは負荷を過小評価するおそれがある。
イ解説：流量変動を反映せず代表性に乏しい。
ウ解説：変動が大きい排水では瞬間試料が日平均を代表するとは限らない。
エ解説：流量と濃度が変動する場合、単一時点の試料だけでは日平均負荷を代表しにくい。
総合解説：処理設備の計画では平均だけでなく変動幅・ピーク負荷も把握する。

問題 0005

汚水処理計画 > 水量・水質・汚濁負荷 | 難易度 2

排水処理設備の計画における平均流量とピーク流量の扱いとして最も適切なものはどれか。
ア. 平均流量だけでなくピーク流量や変動パターンも確認し、各単位操作の能力や調整槽容量を検討する。

イ. 年間平均流量だけ分かれば、時間最大流量は設計に影響しない。

ウ. ピーク流量だけをを用い、平均負荷は考えなくてよい。

エ. 流量変動は濃度に影響しないので測定不要である。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：設備はピーク時にも越流や処理不良を生じないことが重要で、平均値だけでは不十分である。

イ解説：短時間のピークでも水理負荷が能力を超えると処理不良の原因となる。

ウ解説：反応槽容量や薬品使用量などには平均負荷も重要である。

エ解説：流量変動は滞留時間や表面負荷など多くの設計・運転条件に影響する。

総合解説：水量設計では平均・最大・変動周期を目的に応じて使い分ける。

問題 0006

汚水処理計画 > 水量・水質・汚濁負荷 | 難易度 1

流量調整槽を設ける主な目的として最も適切なものはどれか。

ア. 排水中のすべての溶解性塩類を除去すること。

イ. 流量や水質の時間変動を緩和し、後段処理へできるだけ均一な負荷で送ること。

ウ. 微生物を完全に滅菌すること。

エ. 沈殿した汚泥を必ず嫌気消化すること。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：調整槽だけでは溶解性塩類を除去できない。

イ解説：調整槽は変動を吸収して後段設備の安定運転に寄与する。

ウ解説：滅菌は調整槽の主目的ではない。

エ解説：嫌気消化は別の汚泥処理工程である。

総合解説：流量調整は前処理の重要な機能であり、後段の急激な水理・有機負荷変動を抑える。

問題 0007

汚水処理計画 > 水量・水質・汚濁負荷 | 難易度 2

BODとCODを処理方式選定の参考に用いる場合の説明として最も適切なものはどれか。

- ア. BODが測定できれば、毒性物質の有無まで確定できる。
- イ. CODが高ければ、含まれる有機物は必ず全量が生物分解できる。
- ウ. BODとCODは同じ原理で同じ物質量を測るため常に同値になる。
- エ. BODとCODの関係は生分解性の見当をつける手掛かりになるが、排水組成や測定法も踏まえて判断する。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：BODだけで毒性物質の種類や有無を特定できない。

イ解説：CODには難分解性成分の寄与もあり得る。

ウ解説：測定原理が異なり、通常同値とは限らない。

エ解説：BODは生物学的酸素要求、CODは化学的酸素要求を反映し、両者の比だけで全てを断定するのは不適切である。

総合解説：処理方式の選定はBOD/CODだけでなくSS、油分、窒素、りん、毒性、pH、変動などを総合して行う。

問題 0008

汚水処理計画 > 水量・水質・汚濁負荷 | 難易度 2

pH 4の酸性排水とpH 10のアルカリ性排水を同量混合するときの考え方として適切なものはどれか。

- ア. 同量なら必ずpH 7になる。
- イ. pHは対数尺度なので、単純に $(4+10)/2=7$ とせず、酸・塩基の当量や緩衝成分を考慮して評価する。
- ウ. 混合すると必ずpH 4になる。
- エ. 混合すると必ずpH 10になる。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：酸・塩基の当量や緩衝容量が等しいとは限らない。

イ解説：pHの算術平均だけでは中和後pHを決められない。酸度・アルカリ度や化学種の影響が必要である。

ウ解説：一方のpHだけで混合後を決定できない。

エ解説：一方のpHだけで混合後を決定できない。

総合解説：中和計画ではpH値の平均ではなく、酸・塩基当量やアルカリ度等に基づく評価が必要である。

問題 0009

汚水処理計画 > 処理フロー・前処理・処理方式選定 | 難易度 1

排水処理の前処理としてスクリーンを設置する主目的はどれか。

- ア. 溶解性有機物を生物分解すること。
- イ. 大きな夾雑物を除去し、後段のポンプや配管、処理設備の閉塞・損傷を防ぐこと。
- ウ. 塩類を脱塩すること。
- エ. 窒素ガスを生成して全窒素を除去すること。

解答・全4肢解説

正答：イ
ア解説：溶解性有機物の分解は主に生物処理等で行う。
イ解説：スクリーンは粗大な固形物を物理的に捕捉する。
ウ解説：脱塩にはROやイオン交換等が用いられる。
エ解説：これは脱窒反応の役割である。
総合解説：前処理は後段設備を保護し、処理系全体を安定させるために行う。

問題 0010

汚水処理計画 > 処理フロー・前処理・処理方式選定 | 難易度 1

沈砂池やグリット除去設備で主に除去対象となるものはどれか。

- ア. 溶解した硝酸イオン。
- イ. 砂粒など比較的比重が大きく、無機性の沈降しやすい粒子。
- ウ. 溶解した低分子有機物。
- エ. 水に溶けた酸素。

解答・全4肢解説

正答：イ
ア解説：溶解イオンは単純沈砂では除去できない。
イ解説：砂やグリットは摩耗・堆積の原因になるため前段で除去する。
ウ解説：沈降性がないため沈砂池の対象ではない。
エ解説：溶存酸素は沈砂による除去対象ではない。
総合解説：沈砂はポンプ摩耗や配管・槽内堆積の防止に有効な前処理である。

問題 0011

汚水処理計画 > 処理フロー・前処理・処理方式選定 | 難易度 1

比重が水より小さい遊離油が多量に含まれる排水の前処理として、まず検討しやすい方法はどれか。

- ア. RO膜だけを直接適用し、前処理を行わない。
- イ. 油水分離や浮上分離により遊離油を除去する。
- ウ. 沈砂池だけで溶解性油分まで完全除去する。
- エ. 嫌気槽だけで遊離油を瞬時に分離する。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：油分は膜ファウリングの原因となり得るため、前処理を省く判断は不適切である。

イ解説：遊離油は比重差や浮上性を利用して生物処理前に除去すると後段負荷を軽減できる。

ウ解説：沈砂は主に重い粒子用で、油の除去原理とは異なる。

エ解説：遊離油の物理分離には油水分離・浮上等が適する。

総合解説：処理フローは排水中の物質の状態（粗大物、沈降性、浮上性、溶解性、生分解性）に応じて組み立てる。

問題 0012

汚水処理計画 > 処理フロー・前処理・処理方式選定 | 難易度 2

全排水量の5%しかないが、有害性または高濃度の汚濁物質を含む工程排水が総負荷の大半を占める場合、処理計画上まず検討すべき考え方はどれか。

- ア. 清水で希釈して全量を同じ濃度にしてから放流する。
- イ. 高濃度系統を分別し、専用の前処理・回収・無害化を行う可能性を検討する。
- ウ. 高濃度系統を無条件に生物槽へ直接投入する。
- エ. 濃度が高いほど前処理は不要になる。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：希釈は汚濁物質の質量を減らさず、処理の代替ではない。

イ解説：少量高濃度流を分離すれば、全量処理より設備・薬品負荷を合理化できる場合がある。

ウ解説：毒性や急激な負荷変動で生物処理を阻害するおそれがある。

エ解説：高濃度・有害性のある流れほど発生源分別の効果が大きいことがある。

総合解説：発生源での分別・回収はエンドオブパイプ処理の負担を減らす基本的な検討事項である。

問題 0013

汚水処理計画 > 処理フロー・前処理・処理方式選定 | 難易度 1

主な汚濁物質が生分解性有機物で、微生物に強い毒性を示す物質が少ない排水について、中心的な処理法として検討しやすいものはどれか。

- ア. スクリーンだけ。
- イ. 活性汚泥法などの生物処理。
- ウ. 沈砂だけ。
- エ. 単純な油水分離だけ。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：スクリーンは粗大夾雑物用で溶解性生分解性有機物を十分除去できない。

イ解説：生分解性有機物の除去には微生物反応を利用する生物処理が適用される。

ウ解説：沈砂は砂粒等の無機粒子用である。

エ解説：油水分離は遊離油に有効だが、一般の溶解性生分解性有機物の主処理にはならない。

総合解説：生物処理の適用性は生分解性、毒性、栄養塩、pH、水温、負荷変動等を確認して判断する。

問題 0014

汚水処理計画 > 処理フロー・前処理・処理方式選定 | 難易度 1

微細なコロイド粒子が多く、自然沈降だけでは清澄化しにくい排水に対する前処理として適切なものはどれか。

- ア. 凝集剤で粒子を不安定化・フロック化し、沈殿または浮上で分離する。
- イ. スクリーンの目開きを大きくして通過させる。
- ウ. 曝気だけで全ての無機コロイドを気化する。
- エ. pHを測定するだけで粒子を除去する。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：凝集により微細粒子を大きなフロックにして固液分離性を高める。

イ解説：粗大物用のスクリーンではコロイドを除去できない。

ウ解説：曝気でコロイドが気化するわけではない。

エ解説：測定は除去操作ではない。

総合解説：コロイド性SSには凝集・フロック形成と固液分離を組み合わせるのが基本である。

問題 0015

汚水処理計画 > 処理フロー・前処理・処理方式選定 | 難易度 1

生物処理の前段に一次沈殿を設ける効果として最も適切なものはどれか。

- ア. 沈降性SSやそれに伴う有機物の一部を除去し、後段の生物処理負荷を軽減する。
- イ. 溶解性塩類を完全に除去する。
- ウ. アンモニアを全て窒素ガスに変換する。
- エ. 全ての病原微生物を滅菌する。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：沈降可能な固形物を前段で除去すると曝気槽への負荷が減る。

イ解説：通常の重力沈殿では溶解塩を除去できない。

ウ解説：硝化・脱窒の生物反応が必要である。

エ解説：沈殿は滅菌操作ではない。

総合解説：前段固液分離は後段反応槽の有機物・SS負荷を調整する手段となる。

問題 0016

汚水処理計画 > 処理フロー・前処理・処理方式選定 | 難易度 2

RO膜を用いて再利用水を得る計画で、原水にSSと油分が多い。最も適切なフロー設計の考え方はどれか。

- ア. SS・油分が多いほどRO膜の除去能力が上がるため前処理しない。
- イ. ROは粗大ゴミ除去専用なので、後段にスクリーンを置く。
- ウ. RO前段では必ず嫌気消化だけを行えばよい。
- エ. ROの前段でSS・油分を十分低減する前処理を設け、膜ファウリングや性能低下を抑える。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：SS・油分は膜汚染や圧力損失の原因となり得る。

イ解説：ROは溶解成分等の分離に用い、粗大物は前段で除去する。

ウ解説：前処理は対象汚濁物質に応じて選定し、単一方式に固定できない。

エ解説：膜処理では原水性状に応じた前処理が重要である。

総合解説：高度な膜分離ほど前処理・洗浄・濃縮水処理を含めたシステム設計が重要になる。

問題 0017

汚水処理計画 > 設計条件・物質収支・処理効率 | 難易度 2

流入BOD 240 mg/L、処理水BOD 24 mg/Lで、流量変化を無視できるときの濃度基準のBOD除去率はどれか。

- ア. 90% (算定式: $(240-24)/240 \times 100=90\%$ である)
- イ. 10% (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
- ウ. 80% (濃度差の扱いを別式に置く計算)
- エ. 99% (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説： $(240-24)/240 \times 100=90\%$ である。

イ解説：これは処理水濃度/流入濃度の割合であり除去率ではない。

ウ解説：濃度差216 mg/Lを正しく流入濃度で割っていない。

エ解説：与えられた濃度からは99%にならない。

総合解説：除去率は通常、流入と流出の差を流入で除して評価する。流量差が大きい場合は質量負荷での収支も確認する。

問題 0018

汚水処理計画 > 設計条件・物質収支・処理効率 | 難易度 2

有効容量600 m³の反応槽に、平均600 m³/日の排水が流入する。単純な容量/流量で求める水理学的滞留時間はどれか。

- ア. 1時間 (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
- イ. 24時間 (算定式: $600 \text{ m}^3 \div 600 \text{ m}^3/\text{日}=1\text{日}=24\text{時間}$ である)
- ウ. 12時間 (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
- エ. 600時間 (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：日単位の流量を時間へ換算していない。

イ解説： $600 \text{ m}^3 \div 600 \text{ m}^3/\text{日}=1\text{日}=24\text{時間}$ である。

ウ解説：容量と流量の比からは0.5日ではない。

エ解説：容量と流量を同じ単位で割ると1日であり600時間ではない。

総合解説：HRTは槽容量を流量で除した水理的な滞留時間で、反応時間・ピーク流量の検討に使う。

問題 0019

汚水処理計画 > 設計条件・物質収支・処理効率 | 難易度 3

定常状態の処理槽で、ある物質が流入100 kg/日、流出30 kg/日、槽内反応で50 kg/日消失している。蓄積がないとすると、汚泥等として系外に出る量はどれか。

- ア. 20 kg/日 (算定式: 流入100=流出30+反応消失50+その他流出20で収支が合う)
イ. 50 kg/日 (反応消失量そのものを系外搬出量に対応する値)
ウ. 70 kg/日 (差分を比率値として扱う計算)
エ. 0 kg/日 (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：流入100=流出30+反応消失50+その他流出20で収支が合う。

イ解説：反応消失量そのものを系外搬出量と混同している。

ウ解説：流入と水相流出の差だけで、反応消失を差し引いていない。

エ解説：定常状態でも汚泥等の別経路の流出はあり得る。

総合解説：物質収支は「流入 = 流出 + 反応による生成消滅 + 蓄積変化」の枠組みで整理する。

問題 0020

汚水処理計画 > 設計条件・物質収支・処理効率 | 難易度 3

沈殿池の流入量が2,400 m³/日、水面積が200 m²のとき、水面積負荷（表面負荷）はどれか。

- ア. 0.083 m³/(m²・日) (定義式の分子・分母を逆に置く計算)
イ. 200 m³/(m²・日) (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
ウ. 12 m³/(m²・日) (算定式: 2,400 ÷ 200 = 12 m³/(m²・日)である)
エ. 480,000 m³/(m²・日) (与えられた2量を乗算する計算)

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：面積を流量で割っており逆数である。

イ解説：水面積の値をそのまま負荷とみなしている。

ウ解説：2,400 ÷ 200 = 12 m³/(m²・日)である。

エ解説：流量と面積を乗算しており定義と異なる。

総合解説：沈殿の水理設計では表面積当たり流量が重要な指標となる。

問題 0021

汚水処理計画 > 設計条件・物質収支・処理効率 | 難易度 1

排水処理設備の設計で一定の余裕を見込む理由として最も適切なものはどれか。
ア. 余裕を大きくするほど必ず処理性能が比例して向上するから。
イ. 平均流量を測定しなくてもよくなるから。
ウ. 流量・水質変動、設備の経年変化、運転上の不確実性などに対応するため。
エ. 物質収支を考えなくてもよくなるから。

解答・全4肢解説

正答：ウ
ア解説：過大設計はコスト・運転性の悪化を招くことがあり、無制限な余裕は合理的でない。
イ解説：余裕を見込んでも基礎データの把握は必要である。
ウ解説：実排水は設計値どおり一定ではないため、合理的な余裕が安定処理に寄与する。
エ解説：設計余裕と物質収支は別の事項である。
総合解説：安全率は不確実性への備えであり、過大・過小の両方を避けて根拠を持って設定する。

問題 0022

汚水処理計画 > 設計条件・物質収支・処理効率 | 難易度 2

処理系で返送汚泥や内部循環を増やした場合の物質収支の説明として正しいものはどれか。
ア. 循環量が100 kg/日なら必ず100 kg/日が系外除去されたことになる。
イ. 内部循環を行うと物質保存則が成立しなくなる。
ウ. 内部循環量が増えても、それ自体は系外への正味除去量とはならず、外部流出・反応・引抜きを含めて収支を評価する。
エ. 循環流は設計計算に全く影響しない。

解答・全4肢解説

正答：ウ
ア解説：内部循環は境界の外へ出ていないため正味除去ではない。
イ解説：循環を含めても系全体では物質収支が成立する。
ウ解説：循環は系内で物質を移動させる操作であり、系外除去とは区別する。
エ解説：各槽の水理負荷や反応条件には影響する。
総合解説：物質収支では系境界を明確にし、内部循環と外部流出を混同しない。

問題 0023

汚水処理計画 > 設計条件・物質収支・処理効率 | 難易度 2

連続処理と回分処理の比較として最も適切なものはどれか。

ア. 回分式では処理工程を時間的に切り替えることはできない。

イ. 連続式では返送や循環を一切行えない。

ウ. 回分式は同一槽で時間的に工程を切り替えられる一方、連続式は流入・反応・固液分離を連続的なフローで構成することが多い。

エ. 回分式は必ず無曝気で運転する。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：回分式の特徴の一つは時間シーケンスで工程を切り替えられることである。

イ解説：連続式でも返送汚泥や内部循環を行う。

ウ解説：運転方式は流量変動、敷地、制御性、処理規模等を踏まえて選定する。

エ解説：必要に応じて曝気工程を含む。

総合解説：方式の名称だけで優劣を決めず、排水条件と運転目的に適合させる。

問題 0024

汚水処理計画 > 設計条件・物質収支・処理効率 | 難易度 3

総排水量1,000 m³/日のうち800 m³/日を処理し、原水BOD 200 mg/Lを処理水20 mg/Lまで低減する。残り200 m³/日は未処理で合流するとき、最終合流水のBOD濃度はどれか。各流量はそのまま合流するとする。

ア. 20 mg/L (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)

イ. 56 mg/L (設問対象の値・結果として対応づける候補)

ウ. 40 mg/L (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)

エ. 110 mg/L (各値を単純平均する計算)

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：処理系を通った流れだけを見ておりバイパス負荷を無視している。

イ解説：処理水負荷16 kg/日、未処理負荷40 kg/日、合計56 kg/日を1,000 m³/日で割り56 mg/Lとなる。

ウ解説：未処理側の負荷量40 kg/日の数値と濃度を混同している。

エ解説：処理水20と原水200を単純平均しており流量比を考慮していない。

総合解説：一部バイパスがある場合は各流れの質量負荷を合算し、総流量で濃度へ戻す。

問題 0025

物理・化学的处理 > 沈殿・浮上・ろ過 | 難易度 1

球形粒子の自由沈降を考えると、他条件が同じ範囲で沈降を速くする方向に働くものはどれか。

- ア. 粒径が大きくなり、粒子と水の密度差が大きくなること。
- イ. 水の粘度が大きくなること。
- ウ. 粒子と水の密度差が小さくなること。
- エ. 粒径が小さくなること。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：一般に大きく重い粒子ほど重力による沈降が速くなる。

イ解説：粘度増加は粒子運動への抵抗を大きくし沈降を遅くする方向に働く。

ウ解説：浮力との差が小さくなり沈降駆動力が低下する。

エ解説：微細粒子は一般に沈降しにくい。

総合解説：沈降性は粒径、密度差、液の粘度、粒子形状や濃度等に支配される。

問題 0026

物理・化学的处理 > 沈殿・浮上・ろ過 | 難易度 2

沈殿中に粒子同士が衝突・凝集して粒径が増し、沈降速度も変化する現象として最も適切なものはどれか。

- ア. 独立沈降。
- イ. 凝集沈降。
- ウ. 逆浸透。
- エ. イオン交換。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：独立沈降は粒子相互の影響や粒径変化が小さい条件を想定する。

イ解説：粒子が沈降中にフロック化して性状が変わる沈降である。

ウ解説：膜を介した加圧分離であり沈降現象ではない。

エ解説：樹脂等でイオンを交換する操作であり沈降現象ではない。

総合解説：沈降形態を把握すると、沈殿試験や槽設計の解釈が適切になる。

問題 0027

物理・化学的处理 > 沈殿・浮上・ろ過 | 難易度 1

沈殿槽に傾斜板や傾斜管を設置する主な狙いはどれか。

- ア. 水中の塩類を電氣的に脱塩すること。
- イ. 活性炭の吸着容量を再生すること。
- ウ. 有効な沈降面積を増やし、装置をコンパクト化しながら固液分離能力を高めること。
- エ. 嫌気性微生物だけを選択培養すること。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：傾斜板は脱塩装置ではない。

イ解説：吸着材の再生とは別の操作である。

ウ解説：傾斜面を多数配置することで短い沈降距離と大きな投影面積を得る。

エ解説：傾斜板の主目的は固液分離である。

総合解説：沈殿設備では表面積を有効に使い、短絡流や汚泥堆積を避ける流動設計も重要である。

問題 0028

物理・化学的处理 > 沈殿・浮上・ろ過 | 難易度 2

同じ沈殿槽で流量だけが大幅に増加し、水面積が変わらない場合の一般的な影響として適切なものはどれか。

- ア. 表面負荷は低下する。
- イ. 粒子の密度が自動的に大きくなる。
- ウ. 溶解性物質が必ず沈殿する。
- エ. 表面負荷が増加し、沈降の遅い粒子が流出しやすくなる。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：表面負荷=流量/面積なので流量増加で上昇する。

イ解説：水理条件の変化で粒子密度自体が増えるわけではない。

ウ解説：重力沈殿は溶解物質を直接除去しない。

エ解説：流量増加により水面積当たりの上向き水理負荷が大きくなる。

総合解説：沈殿槽は流量ピーク時の表面負荷も考慮して設計・運転する。

問題 0029

物理・化学的処理 > 沈殿・浮上・ろ過 | 難易度 1

沈殿槽底部の污泥引抜きを長時間停止した場合に生じやすい問題として最も適切なものはどれか。

ア. 污泥の過剰堆積、腐敗やガス発生、污泥浮上・流出などの原因となる。

イ. 沈殿面積が自動的に増加する。

ウ. ろ過膜の孔径が小さくなる。

エ. 原水のBODが必ずゼロになる。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：沈殿污泥は適切に集泥・引抜きしないと固液分離を悪化させる。

イ解説：污泥を溜めても水面積は増えない。

ウ解説：沈殿槽の污泥引抜きと膜孔径は無関係である。

エ解説：污泥堆積は原水BODを消失させる操作ではない。

総合解説：沈殿槽は流入・流出だけでなく、スカム除去、污泥引抜き、短絡流防止を含めて管理する。

問題 0030

物理・化学的処理 > 沈殿・浮上・ろ過 | 難易度 1

加圧浮上法の基本原理として正しいものはどれか。

ア. 粒子を磁化して槽底へ沈降させる。

イ. 水を蒸発させて全量を気化する。

ウ. 膜の浸透圧だけで粒子を浮かせる。

エ. 微細気泡を粒子や油滴に付着させ、見掛け密度を低下させて水面へ浮上分離する。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：加圧浮上の基本原理ではない。

イ解説：浮上分離は水の全量蒸発ではない。

ウ解説：RO等の膜分離とは原理が異なる。

エ解説：気泡付着によって浮上性を高め、上部でスカムとして除去する。

総合解説：浮上は沈降しにくい軽い粒子・油分・フロック等に有効な場合がある。

問題 0031

物理・化学的处理 > 沈殿・浮上・ろ過 | 難易度 1

溶解空気浮上（DAF）で微細気泡を発生させる典型的な考え方はどれか。

ア. 水に加圧下で空気を溶解させ、減圧時に過飽和となった空気を微細気泡として析出させる。

イ. 常圧で水を凍結させ、氷晶に粒子を付着させる。

ウ. RO膜で水だけを透過させ、濃縮側を浮上させる。

エ. 砂ろ過層を逆洗して気泡を発生させることだけを目的とする。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：圧力変化による気体溶解度の変化を利用する。

イ解説：DAFの原理ではない。

ウ解説：膜分離と浮上は別原理である。

エ解説：逆洗はろ材洗浄でありDAFの基本気泡生成法ではない。

総合解説：DAFでは気泡径、気泡量、凝集状態、接触条件が分離性能に影響する。

問題 0032

物理・化学的处理 > 沈殿・浮上・ろ過 | 難易度 2

比重が水に近く沈降しにくいフロックや油分を含む排水で、重力沈殿の性能が不十分である。

次に検討する分離法として合理的なものはどれか。

ア. 沈砂池だけを大型化して溶解性物質まで除去する。

イ. 凝集条件を整えたうえで加圧浮上を検討する。

ウ. pH計を追加するだけで固液分離を完了する。

エ. 曝気を停止し、すべての粒子を化学的に溶解させる。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：沈砂は重い粒子向けであり、軽いフロック・油分には適さない。

イ解説：軽いフロックや油分は気泡付着で浮上分離しやすくなる場合がある。

ウ解説：計測だけでは分離は行われない。

エ解説：分離対象を溶かすことは通常の浮上代替ではない。

総合解説：沈殿・浮上は粒子密度、粒径、油分、フロック性状、後段条件から選定する。

問題 0033

物理・化学的処理 > 沈殿・浮上・ろ過 | 難易度 1

砂ろ過などの粒状ろ材ろ過を処理水の仕上げに用いる主目的として適切なものはどれか。

- ア. 溶解塩を必ず100%除去する。
- イ. アンモニアを必ず全量窒素ガスへ変換する。
- ウ. pHを自動的に中性へ固定する。
- エ. 前段で取り切れなかった微細な懸濁物質を捕捉し、SSや濁度を低減する。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：通常の砂ろ過では溶解塩は除去できない。

イ解説：窒素除去には生物反応等が必要である。

ウ解説：ろ過だけでpHが必ず中性になるわけではない。

エ解説：ろ材層を通過する際に粒子が捕捉される。

総合解説：ろ過は主に懸濁性物質の仕上げ除去に使われ、前段処理との組合せが重要である。

問題 0034

物理・化学的処理 > 沈殿・浮上・ろ過 | 難易度 2

SSが非常に高い排水を粒状ろ材フィルターへ直接送ると、短時間で圧力損失が上昇する。最も適切な対策はどれか。

- ア. ろ過速度を無制限に上げて詰まりを押し流す。
- イ. ろ材を全て撤去して空槽で通水する。
- ウ. SS濃度を測定しないようにする。
- エ. 沈殿・浮上・凝集などで前処理し、フィルターへのSS負荷を低減する。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：高流速は捕捉性能低下や損失水頭増大を招くことがある。

イ解説：ろ過機能が失われる。

ウ解説：測定をやめても負荷は減らない。

エ解説：高SSを前段で除去するとろ過継続時間を延ばし、逆洗頻度を抑えられる。

総合解説：単位操作を直列に組み合わせて各装置の得意な負荷範囲に収めることが重要である。

問題 0035

物理・化学的処理 > 沈殿・浮上・ろ過 | 難易度 1

粒状ろ材フィルターを一定流量で運転しているとき、捕捉SSが蓄積した場合に一般に起こりやすい変化はどれか。

- ア. 損失水頭が増加し、所定値に達すると逆洗等の洗浄が必要になる。
- イ. 損失水頭が必ずゼロに近づく。
- ウ. ろ材が自動的に新品へ交換される。
- エ. 溶解性塩類が全て気化する。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：ろ材間隙への粒子蓄積で通水抵抗が増える。

イ解説：粒子蓄積は通常抵抗を増加させる。

ウ解説：自動更新されないため洗浄・交換管理が必要である。

エ解説：ろ過抵抗の増加とは無関係である。

総合解説：圧力損失や濁度の監視はろ過運転・洗浄時期の判断に用いられる。

問題 0036

物理・化学的処理 > 沈殿・浮上・ろ過 | 難易度 1

粒状ろ材ろ過における逆洗の主目的はどれか。

- ア. ろ材にさらにSSを蓄積して目詰まりを促進する。
- イ. 溶解性塩類を化学反応なしで全量分解する。
- ウ. 処理水を必ず無菌化する。
- エ. ろ材に捕捉されたSS等を排出して、ろ過能力と通水性を回復させる。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：逆洗は蓄積物を除去する操作である。

イ解説：逆洗の目的ではない。

ウ解説：逆洗は滅菌操作ではない。

エ解説：逆方向または高流速で洗浄し、蓄積した固形物を除去する。

総合解説：逆洗頻度が高すぎる場合は前処理不足、ろ過速度、原水変動なども点検する。

問題 0037

物理・化学的処理 > 沈殿・浮上・ろ過 | 難易度 3

有効ろ過面積25 m²のフィルターに100 m³/時で通水している。ろ過速度はどれか。

- ア. 0.25 m/時 (定義式の分子・分母を逆に置く計算)
- イ. 25 m/時 (面積値をそのまま負荷値として扱う計算)
- ウ. 2,500 m/時 (与えられた2量を乗算する計算)
- エ. 4 m/時 (算定式: $100 \text{ m}^3/\text{時} \div 25 \text{ m}^2 = 4 \text{ m}/\text{時}$ である)

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：面積を流量で割った逆数である。

イ解説：面積値をそのまま速度とみなしている。

ウ解説：流量と面積を乗算している。

エ解説： $100 \text{ m}^3/\text{時} \div 25 \text{ m}^2 = 4 \text{ m}/\text{時}$ である。

総合解説：ろ過速度は単位面積当たりの通水量で、捕捉性能や圧力損失に関係する。

問題 0038

物理・化学的処理 > 沈殿・浮上・ろ過 | 難易度 3

設計流量3,600 m³/日を、表面負荷18 m³/(m²・日)以下で処理したい。必要な沈殿池水面積の最小値はどれか。

- ア. 18 m² (設計表面負荷の数値を面積に対応する値)
- イ. 65 m² (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
- ウ. 200 m² (算定式: 必要面積= $3,600 \div 18 = 200 \text{ m}^2$ である)
- エ. 64,800 m² (与えられた2量を乗算する計算)

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：設計表面負荷の数値を面積と混同している。

イ解説：流量と表面負荷の関係を正しく用いていない。

ウ解説：必要面積= $3,600 \div 18 = 200 \text{ m}^2$ である。

エ解説：流量と表面負荷を乗算しており逆である。

総合解説：表面負荷上限が与えられた場合、必要面積は流量を表面負荷で除して求める。

問題 0039

物理・化学的処理 > 凝集・中和・酸化還元 | 難易度 1

凝集処理の基本的な目的として正しいものはどれか。

- ア. 全ての溶解塩を蒸発させる。
- イ. 水中の酸素を完全除去する。
- ウ. 微生物を必ず滅菌する。
- エ. 安定なコロイド粒子を不安定化し、衝突・付着させて分離しやすいフロックにする。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：凝集は蒸発操作ではない。

イ解説：凝集の主目的ではない。

ウ解説：凝集は消毒・滅菌とは異なる。

エ解説：微細粒子を大きなフロックへ成長させ、沈殿・浮上・ろ過しやすくする。

総合解説：凝集は薬品添加だけで完結せず、急速混和、フロック形成、固液分離と組み合わせる。

問題 0040

物理・化学的処理 > 凝集・中和・酸化還元 | 難易度 1

凝集処理における急速混和とフロック形成の組合せとして適切なものはどれか。

- ア. 凝集剤を局所に留め、混合しない。
- イ. フロック形成中は常に最大せん断力で攪拌する。
- ウ. 凝集剤を短時間で均一に分散させた後、過度にフロックを破壊しない攪拌で成長させる。
- エ. 薬品添加後すぐにRO膜へ送り、フロック分離を行わない。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：薬品が均一に作用せず凝集性能が不安定になる。

イ解説：強すぎる攪拌は形成フロックを破壊し得る。

ウ解説：薬品の分散とフロック成長では適した攪拌強度が異なる。

エ解説：フロックを形成した場合は沈殿・浮上等の分離工程が必要である。

総合解説：凝集性能は薬品種類・注入量・pH・混和・フロック形成・分離条件の総合で決まる。

問題 0041

物理・化学的処理 > 凝集・中和・酸化還元 | 難易度 2

金属を水酸化物等として凝集沈殿する工程で、pHを管理する理由として最も適切なものはどれか。

ア. 金属や凝集剤には処理に適したpH域があり、低すぎても高すぎても溶解度や凝集性が悪化する場合がある。

イ. pHは凝集沈殿に一切影響しない。

ウ. pHは高ければ高いほど全ての金属で除去率が必ず上がる。

エ. pHは低ければ低いほど全ての金属で除去率が必ず上がる。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：pHは金属の化学形態や凝集剤の働きに強く影響する。

イ解説：金属沈殿や凝集剤の加水分解はpHの影響を受ける。

ウ解説：両性金属などは過度の高pHで再溶解することがある。

エ解説：酸性側では水酸化物沈殿が溶解しやすい金属も多い。

総合解説：最適pHは排水組成で変わり得るため、実排水を用いた試験と運転監視が重要である。

問題 0042

物理・化学的処理 > 凝集・中和・酸化還元 | 難易度 2

凝集処理の条件検討でジャーテストを行う主目的はどれか。

ア. 排水の流量計を校正することだけ。

イ. RO膜の孔径を直接測定すること。

ウ. 実排水を用いて凝集剤種類・注入量・pH・混和条件などを比較し、適正条件の目安を得る。

エ. 微生物の遺伝子配列を決定すること。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：ジャーテストは主に凝集条件の比較試験である。

イ解説：膜孔径測定とは異なる。

ウ解説：小規模試験でフロック形成や上澄水質を比較できる。

エ解説：凝集条件検討とは無関係である。

総合解説：理論値だけでなく実排水の共存成分を反映した試験が有用である。

問題 0043

物理・化学的処理 > 凝集・中和・酸化還元 | 難易度 3

金属塩系凝集剤を多量添加したところpHが低下し、凝集性能が悪化した。検討すべき事項として最も適切なものはどれか。

ア. pH低下は凝集剤が多いほど必ず望ましいので放置する。

イ. 原水のアルカリ度と凝集剤による酸性化を確認し、必要に応じてアルカリ剤添加や薬注条件を調整する。

ウ. 凝集剤を増やし続ければpHの影響はなくなる。

エ. アルカリ度は水処理に一切関係しない。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：最適pHから外れると性能低下する場合がある。

イ解説：凝集剤の反応でアルカリ度が消費され、pHが最適域から外れることがある。

ウ解説：過剰添加は薬品費や汚泥量増加、pH悪化につながり得る。

エ解説：pH緩衝や中和・凝集条件に関係する。

総合解説：薬品処理では注入薬品だけでなく、原水の酸度・アルカリ度と生成汚泥量も考慮する。

問題 0044

物理・化学的処理 > 凝集・中和・酸化還元 | 難易度 2

亜鉛など一部の両性金属を水酸化物沈殿させる際の注意点として適切なものはどれか。

ア. pHを上げれば上げるほど溶解度は必ず単調に低下する。

イ. pHを上げ過ぎると再溶解する場合があるため、最適pH域を確認する。

ウ. pHは金属溶解度に影響しない。

エ. 凝集沈殿では金属の化学形態を考える必要がない。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：両性金属では高pH側で溶解度が再び増すことがある。

イ解説：環境省資料でも亜鉛は過度の高pHで再溶解し得ることが示されている。

ウ解説：水酸化物等の平衡はpHに依存する。

エ解説：化学形態が沈殿・溶解・錯形成に影響する。

総合解説：金属処理はpH、錯化剤、共存イオン、凝集条件を実排水で確認する。

問題 0045

物理・化学的処理 > 凝集・中和・酸化還元 | 難易度 3

0.10 mol/Lの塩酸100 Lを、0.20 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で化学量論的に中和する。理想的に1:1で反応するとき必要な水酸化ナトリウム水溶液量はどれか。

- ア. 20 L (必要物質量和濃度の対応を別比率に置く計算)
イ. 100 L (濃度差の扱いを別式に置く計算)
ウ. 200 L (小さい側の値を採る換算・設定)
エ. 50 L (算定式: 塩酸は10 mol、NaOHは0.20 mol/Lなので $10 \div 0.20 = 50$ Lである)

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：必要物質量10 molを濃度で正しく割っていない。

イ解説：酸とアルカリの濃度差を考慮していない。

ウ解説：濃いNaOHほど必要体積は小さくなるため逆である。

エ解説：塩酸は10 mol、NaOHは0.20 mol/Lなので $10 \div 0.20 = 50$ Lである。

総合解説：実排水の中和では理論当量に加え、緩衝成分・反応速度・薬品濃度・制御遅れを考慮する。

問題 0046

物理・化学的処理 > 凝集・中和・酸化還元 | 難易度 3

酸性排水の連続中和で薬注量が振動し、出口pHが大きく上下する。改善策として最も適切なものはどれか。

- ア. pH計を撤去し、一定量を無監視で注入する。
イ. 十分な混合・反応時間、pH計位置、制御ゲイン、薬品濃度や多段中和の必要性を見直す。
ウ. 薬品を最大流量で常時注入する。
エ. 混合を止めて局所的な高濃度を維持する。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：原水変動に追従できず過不足注入の危険が高まる。

イ解説：pHは終点付近で急変しやすく、混合遅れや制御遅れがハンチングを起こすことがある。

ウ解説：過剰中和や薬品費増加、二次的な水質悪化を招く。

エ解説：混合不足は測定・反応のばらつきを大きくする。

総合解説：中和は化学量論だけでなく、混合・計測・制御を含む動的なプロセスとして設計する。

問題 0047

物理・化学的処理 > 凝集・中和・酸化還元 | 難易度 1

酸化還元反応の説明として正しいものはどれか。

- ア. 酸化は電子を失う変化、還元は電子を受け取る変化として整理できる。
- イ. 酸化も還元も電子移動とは無関係である。
- ウ. 酸化は必ず酸素ガスが発生する反応だけを指す。
- エ. 還元は必ずpHが7になる反応だけを指す。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：酸化剤は相手を酸化し自身は還元され、還元剤はその逆である。

イ解説：酸化数変化・電子移動が基本概念である。

ウ解説：酸化は電子を失う反応で、酸素発生に限定されない。

エ解説：pH中性化とは別概念である。

総合解説：排水処理では対象物質を沈殿しやすい形、分解しやすい形、低毒性の形に変えるため酸化還元を利用する。

問題 0048

物理・化学的処理 > 凝集・中和・酸化還元 | 難易度 2

酸化還元処理や生物学的脱窒の運転でORPを監視する目的として適切なものはどれか。

- ア. ORPだけで全ての化学物質濃度を個別に定量できる。
- イ. ORPは流量を直接測る計器である。
- ウ. 水中の酸化還元状態の変化を運転管理の指標として把握する。
- エ. ORPはSS質量を直接量る計器である。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：ORPは総合的な酸化還元状態の指標で、個別濃度分析の代替ではない。

イ解説：流量計とは異なる。

ウ解説：ORPは系の酸化性・還元性を反映する運転指標として利用できる。

エ解説：SS分析とは異なる。

総合解説：ORPはpH、DO、対象物質分析等と組み合わせで解釈する。

問題 0049

物理・化学的処理 > 凝集・中和・酸化還元 | 難易度 2

酸化剤と還元剤を扱う排水処理施設の安全管理として最も適切なものはどれか。

- ア. 全薬品を同じ開放容器に混合して保管する。
- イ. 薬品のSDSや反応性を確認し、混触防止、分離保管、適切な注入点・換気・保護具を確保する。
- ウ. 薬品名を表示せず、外観だけで判別する。
- エ. 反応性は考慮せず、配管を任意に共用する。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：混触反応の危険があり不適切である。

イ解説：強い酸化剤と還元剤等の混触は急激な反応や発熱を生じるおそれがある。

ウ解説：誤投入防止のため表示・識別が必要である。

エ解説：残留薬品との反応や誤混合のリスクを評価する必要がある。

総合解説：化学処理は処理性能だけでなく、薬品保管・投入・反応時の安全性まで含めて管理する。

問題 0050

物理・化学的処理 > 凝集・中和・酸化還元 | 難易度 2

凝集剤や中和剤を「多いほど安全」と考えて常時過剰添加する運転の問題点として最も適切なものはどれか。

- ア. 薬品費と汚泥発生量の増加、pH逸脱、残留薬品増加などを招くことがあり、最適条件管理が必要である。
- イ. 過剰添加すれば全ての排水で汚泥量が必ず減る。
- ウ. 過剰添加はpHに全く影響しない。
- エ. 過剰添加により運転管理は一切不要になる。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：必要量を超える薬注は処理性能を必ず改善するとは限らない。

イ解説：金属塩凝集剤等は薬品由来汚泥を増やすことがある。

ウ解説：薬品の酸・塩基性や反応でpHが変動する。

エ解説：原水変動に応じた制御と監視は必要である。

総合解説：薬注は試験・計測・フィードバックに基づき、処理目標を満たす適正範囲に制御する。

問題 0051

物理・化学的处理 > 吸着・イオン交換・膜分離 | 難易度 1

活性炭吸着が有効となりやすい対象として最も適切なものはどれか。

ア. 粗大な木片だけ。

イ. 水中の溶解性有機物や臭気原因物質など、活性炭表面に吸着しやすい物質。

ウ. 砂粒だけ。

エ. 水そのものを全て吸着して排水をゼロにする。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：粗大物はスクリーン等の対象である。

イ解説：活性炭は大きな比表面積を持ち、多様な有機物の吸着に利用される。

ウ解説：砂粒は沈砂・沈殿等で除去する。

エ解説：活性炭は水全量を除去する装置ではない。

総合解説：活性炭は溶解性有機物の仕上げ処理等に使われるが、対象物質により吸着性は異なる。

問題 0052

物理・化学的处理 > 吸着・イオン交換・膜分離 | 難易度 2

固定床活性炭吸着塔を長期間運転したところ、処理水中の対象物質濃度が徐々に上昇した。最も考えやすい現象はどれか。

ア. 活性炭の吸着容量が運転時間とともに無限に増えている。

イ. 対象物質が必ず全量気化した。

ウ. ろ過面積が自動的に増加した。

エ. 吸着帯が塔出口へ進み、吸着容量の消費に伴って破過が生じている。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：吸着容量は有限である。

イ解説：処理水濃度上昇は破過の典型的兆候である。

ウ解説：吸着塔の破過とは無関係である。

エ解説：吸着材の容量は有限であり、交換・再生時期の管理が必要である。

総合解説：破過曲線を監視し、処理水質が基準を超える前に再生・交換する。

問題 0053

物理・化学的処理 > 吸着・イオン交換・膜分離 | 難易度 3

ある吸着材の実用吸着量を0.20 kg-物質/kg-吸着材と見込み、対象物質を40 kg除去したい。安全率等を無視した理論上の吸着材必要量はどれか。

- ア. 8 kg (与えられた2量を乗算する計算)
- イ. 40 kg (吸着材と対象物質を1対1と仮定する計算)
- ウ. 200 kg (算定式: $40 \div 0.20 = 200$ kgである)
- エ. 800 kg (大きい側の値を採る換算・設定)

解答・全4肢解説

正答: ウ

ア解説: 除去量と吸着容量を乗算しており逆である。

イ解説: 吸着材1 kgが対象物質1 kgを吸着できるという条件ではない。

ウ解説: $40 \div 0.20 = 200$ kgである。

エ解説: 与えられた吸着量から4倍過大である。

総合解説: 実設備では破過、競合吸着、再生効率、原水変動を考慮して設計する。

問題 0054

物理・化学的処理 > 吸着・イオン交換・膜分離 | 難易度 1

イオン交換法の説明として正しいものはどれか。

- ア. 樹脂などの交換基に保持されたイオンと水中の対象イオンを交換して除去・分離する。
- イ. 粗大ごみを網で捕捉する方法である。
- ウ. 水を加圧して半透膜から透過させる方法だけを指す。
- エ. 微生物で有機物を酸化解する方法だけを指す。

解答・全4肢解説

正答: ア

ア解説: 陽イオン交換・陰イオン交換など対象イオンに応じた樹脂を用いる。

イ解説: これはスクリーンの説明である。

ウ解説: これはROの説明である。

エ解説: これは生物処理の説明である。

総合解説: イオン交換は溶解イオンの選択的除去・回収に利用できる。

問題 0055

物理・化学的处理 > 吸着・イオン交換・膜分離 | 難易度 2

イオン交換塔で処理水中の対象イオン濃度が上昇し、樹脂容量が消費された。一般的な対応として適切なものはどれか。

- ア. 流量を無限に上げれば交換容量が回復する。
- イ. 樹脂を乾燥させるだけで全ての汚染が必ず除去される。
- ウ. 樹脂の種類に応じた再生薬品で交換基を再生するか、樹脂を交換する。
- エ. 対象イオンが増えたらスクリーン目開きを変える。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：容量は化学的に消費されており高速通水では回復しない。

イ解説：通常は適切な再生操作が必要である。

ウ解説：飽和した交換基を元のイオン形へ戻して再利用する。

エ解説：溶解イオンはスクリーンでは除去できない。

総合解説：再生廃液には濃縮されたイオンが含まれるため、その処理・回収もシステム設計に含める。

問題 0056

物理・化学的处理 > 吸着・イオン交換・膜分離 | 難易度 2

カルシウムイオンやマグネシウムイオンなどの硬度成分を低減したい場合、原理的に適する方法はどれか。

- ア. 陽イオン交換樹脂による軟化。
- イ. 粗目スクリーンだけ。
- ウ. 沈砂池だけ。
- エ. 油水分離だけ。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：Ca²⁺、Mg²⁺などの陽イオンを交換除去できる。

イ解説：溶解したCa²⁺やMg²⁺は通過する。

ウ解説：溶解イオンは重力沈降しない。

エ解説：硬度成分は油滴ではない。

総合解説：対象が溶解イオンか懸濁粒子かで適切な分離原理が大きく異なる。

問題 0057

物理・化学的处理 > 吸着・イオン交換・膜分離 | 難易度 2

MF、UF、NF、ROを一般的な分離の細かさで並べたとき、溶解塩類など最も小さい成分まで除去対象としやすいものはどれか。

- ア. MF。
- イ. UF。
- ウ. 砂ろ過。
- エ. RO。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：MFは主に懸濁物や細菌等の比較的大きな粒子の分離に用いる。

イ解説：UFはMFより細かいが、一般にROほど脱塩性は高くない。

ウ解説：砂ろ過は膜法ではなく、主に懸濁物除去に用いる。

エ解説：ROは高い圧力を利用して水と溶解塩類・低分子物質を分離する。

総合解説：膜はMF→UF→NF→ROの順に一般に分離対象が細くなり、必要圧力も高くなる傾向がある。

問題 0058

物理・化学的处理 > 吸着・イオン交換・膜分離 | 難易度 2

逆浸透（RO）で原水から水を膜透過させるための基本的な操作はどれか。

- ア. 原水側を必ず真空にして浸透圧をゼロにする。
- イ. 気泡を付着させて膜を浮上させる。
- ウ. 活性汚泥を沈殿させるだけ。
- エ. 原水側に浸透圧を上回る圧力を加える。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：ROの基本は原水側への加圧である。

イ解説：これは浮上分離の考え方である。

ウ解説：ROとは異なる分離法である。

エ解説：自然浸透とは逆方向に水を移動させるため圧力を利用する。

総合解説：ROでは回収率、濃縮水、スケーリング、ファウリング、エネルギーも考慮する。

問題 0059

物理・化学的处理 > 吸着・イオン交換・膜分離 | 難易度 3

膜面積80 m²の装置から透過水が4.0 m³/時得られる。膜フラックスをL/(m²・時)で表すとどれか。

- ア. 50 L/(m²・時) (算定式: 4.0 m³/時=4,000 L/時。4,000 ÷ 80=50 L/(m²・時)である)
- イ. 20 L/(m²・時) (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
- ウ. 320 L/(m²・時) (与えられた2量を乗算する計算)
- エ. 5,000 L/(m²・時) (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：4.0 m³/時=4,000 L/時。4,000 ÷ 80=50 L/(m²・時)である。

イ解説：膜面積と流量の関係を正しく用いていない。

ウ解説：流量と面積を乗算している。

エ解説：m³からLへの換算後に面積で除していない。

総合解説：膜フラックスは膜面積当たりの透過流量で、膜差圧・水温・ファウリング等の影響を受ける。

問題 0060

物理・化学的处理 > 吸着・イオン交換・膜分離 | 難易度 2

膜処理装置で同じ透過水量を維持するための差圧が徐々に上昇している。最も適切な対応はどれか。

- ア. 差圧上昇は膜が新品になる兆候なので何もしない。
- イ. 原水SSを意図的に増やして膜表面を保護する。
- ウ. 洗浄履歴や原水水質を記録しない。
- エ. 前処理、逆洗、薬品洗浄、運転フラックス等を点検し、ファウリングやスケールを抑制・除去する。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：膜汚染の進行を疑うべき現象である。

イ解説：SS増加はファウリングを悪化させることがある。

ウ解説：原因解析には運転記録が重要である。

エ解説：差圧上昇は膜抵抗増大の代表的な兆候である。

総合解説：膜設備は前処理・洗浄・交換・濃縮水処理を含めて維持管理する。

問題 0061

物理・化学的处理 > 吸着・イオン交換・膜分離 | 難易度 2

RO装置の回収率を高める際に注意すべき事項として最も適切なものはどれか。
ア. 回収率を100%に近づけても濃縮水は一切生じない。
イ. 濃縮側の塩類濃度が上がり、スケーリングや浸透圧上昇のリスクが増えるため、原水条件に応じた上限がある。
ウ. 回収率を高めるほど浸透圧は必ず低下する。
エ. 回収率は膜差圧や原水濃度と無関係である。

解答・全4肢解説

正答：イ
ア解説：実際には濃縮水管理がROシステムの重要事項である。
イ解説：水回収を増やすほど非透過成分は濃縮側へ集まりやすい。
ウ解説：濃縮側濃度上昇で浸透圧は上がる方向に働く。
エ解説：運転圧力・原水水質・膜性能と密接に関係する。
総合解説：膜処理は透過水だけでなく濃縮側の物質収支を必ず評価する。

問題 0062

物理・化学的处理 > 吸着・イオン交換・膜分離 | 難易度 3

処理水を工業用水として再利用するため、微細SSと溶解塩類の両方を大幅に低減したい。フローの考え方として合理的なものはどれか。
ア. 粗目スクリーンだけで溶解塩類まで除去する。
イ. 沈砂池だけで溶解塩類を全量沈殿させる。
ウ. ROの後段に未処理原水を混合し、再利用水質を高める。
エ. MF/UFなどで粒子・微生物を前処理し、その後ROで溶解塩類を低減する組合せを検討する。

解答・全4肢解説

正答：エ
ア解説：スクリーンは粗大物用で脱塩できない。
イ解説：溶解塩は通常沈砂しない。
ウ解説：未処理原水の混合は処理水質を悪化させる。
エ解説：前段で膜汚染物質を低減し、後段ROで脱塩する組合せが用いられる。
総合解説：多段膜システムでは各段の役割、ファウリング、回収率、濃縮水処理を一体で設計する。

問題 0063

生物処理 > 活性汚泥法・曝気・沈降 | 難易度 1

活性汚泥法の基本的な構成として最も適切なものはどれか。

ア. スクリーンだけでBODを完全除去する。

イ. RO膜だけを活性汚泥と呼ぶ。

ウ. 曝気槽で微生物反応を行い、最終沈殿池で活性汚泥を固液分離し、その一部を返送する。

エ. 沈砂池だけで微生物反応を行う。

オ. 沈砂池だけで微生物反応を行う。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：スクリーンでは溶解性BODを除去できない。

イ解説：ROは膜分離であり活性汚泥法そのものではない。

ウ解説：微生物を系内に保持するため固液分離と返送汚泥が重要である。

エ解説：沈砂池は砂粒除去用である。

総合解説：活性汚泥法は微生物、酸素供給、混合、固液分離、汚泥返送・引抜きを組み合わせる。

問題 0064

生物処理 > 活性汚泥法・曝気・沈降 | 難易度 1

活性汚泥法でBODが低減する主な理由はどれか。

ア. 有機物が全て重力だけで蒸発するため。

イ. 微生物が有機物を利用し、一部を酸化分解してエネルギーを得るとともに菌体へ同化するため。

ウ. 有機物が全て砂粒に変わるため。

エ. BOD計が測定値を自動的にゼロにするため。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：BOD除去の主反応は生物学的酸化・同化である。

イ解説：有機物は呼吸による酸化と微生物増殖を通じて水相から除去される。

ウ解説：そのような変換は起こらない。

エ解説：測定は処理反応ではない。

総合解説：生物処理では基質・微生物・酸素・栄養塩・温度・pH等のバランスが重要である。

問題 0065

生物処理 > 活性汚泥法・曝気・沈降 | 難易度 1

MLSSの説明として正しいものはどれか。

- ア. 処理水中の溶解塩濃度だけを示す。
- イ. 曝気槽混合液中の浮遊物質濃度を示し、活性汚泥濃度管理の代表的指標の一つである。
- ウ. 膜の孔径を示す単位である。
- エ. 流量の単位である。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：MLSSは混合液の浮遊物質である。

イ解説：MLSSはMixed Liquor Suspended Solidsの略である。

ウ解説：膜孔径とは無関係である。

エ解説：濃度指標であり流量ではない。

総合解説：MLSSだけで微生物活性を完全評価できないため、MLVSS、SRT、DO、SVI等も併せて見る。

問題 0066

生物処理 > 活性汚泥法・曝気・沈降 | 難易度 3

曝気槽へのBOD負荷が300 kg/日、曝気槽内MLSS量が1,500 kgである。単純なF/M比をBOD kg/(MLSS kg・日)で表すとどれか。

- ア. 0.20 kg-BOD/(kg-MLSS・日) (算定式: $300 \div 1,500 = 0.20$ である)
- イ. 5.0 kg-BOD/(kg-MLSS・日) (定義式の分子・分母を逆に置く計算)
- ウ. 1,200 kg-BOD/(kg-MLSS・日) (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
- エ. 450,000 kg-BOD/(kg-MLSS・日) (与えられた2量を乗算する計算)

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説： $300 \div 1,500 = 0.20$ である。

イ解説：MLSS量をBOD負荷で割った逆数である。

ウ解説：負荷と汚泥量の差を用いており定義と異なる。

エ解説：負荷とMLSS量を乗算している。

総合解説：F/M比は微生物量に対する有機物負荷の指標で、沈降性や処理性能と関連する。

問題 0067

生物処理 > 活性汚泥法・曝気・沈降 | 難易度 2

活性汚泥法におけるSRT（汚泥滞留時間）の説明として最も適切なものはどれか。

- ア. 必ずHRTと同じ値になる。
- イ. 系内の活性汚泥固形物が平均的に保持される時間を表し、増殖の遅い微生物の保持などに重要である。
- ウ. 槽内の水だけの平均滞留時間を示す。
- エ. 膜孔径を示す。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：返送・固液分離があるためSRTとHRTは別々に制御できる。

イ解説：SRTは水の滞留時間HRTとは異なる固形物側の指標である。

ウ解説：それはHRTの説明である。

エ解説：SRTは時間の指標である。

総合解説：SRTは余剰汚泥引き抜き量で調整し、硝化や汚泥性状にも影響する。

問題 0068

生物処理 > 活性汚泥法・曝気・沈降 | 難易度 1

最終沈殿池から曝気槽へ返送汚泥を戻す主目的はどれか。

- ア. 処理水の塩類を濃縮すること。
- イ. 膜を洗浄すること。
- ウ. 沈降分離した活性汚泥を曝気槽へ戻し、必要な微生物濃度を維持する。
- エ. 原水流量をゼロにすること。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：返送汚泥の目的ではない。

イ解説：膜洗浄とは別操作である。

ウ解説：微生物を系外へ流出させず反応槽に保持するためである。

エ解説：返送汚泥は原水流量停止の操作ではない。

総合解説：返送率が不適切だと沈殿池汚泥界面や曝気槽MLSSに影響する。

問題 0069

生物処理 > 活性汚泥法・曝気・沈降 | 難易度 2

他条件がおおむね一定の活性汚泥系で、余剰汚泥引抜き量を増やすと一般にSRTはどうなるか。

- ア. 短くなる方向に変化する。
- イ. 長くなる方向にしか変化しない。
- ウ. 必ず無限大になる。
- エ. SRTは引抜き量と無関係である。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：系外へ排出する固形物量が増えるため、平均固形物滞留時間は短くなる。

イ解説：引抜き増加は固形物保持時間を短くする。

ウ解説：固形物を排出しているため無限大にはならない。

エ解説：SRT管理の主要操作が余剰汚泥引抜きである。

総合解説：SRT制御は微生物群集、硝化、汚泥発生量、沈降性に影響する。

問題 0070

生物処理 > 活性汚泥法・曝気・沈降 | 難易度 2

曝気槽のDOが長時間著しく不足した場合に起こりやすい問題として適切なものはどれか。

- ア. DO不足ほど好気性反応は必ず高速化する。
- イ. DO不足で膜孔径が自動的に小さくなる。
- ウ. 好気性有機物酸化や硝化が低下し、処理水質悪化や汚泥性状変化を招くことがある。
- エ. DO不足で原水BODが装置外で自動消失する。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：酸素不足は反応を制限する。

イ解説：膜孔径とは無関係である。

ウ解説：酸素は好気性微生物反応の電子受容体として必要である。

エ解説：生物反応低下によりむしろ処理が悪化し得る。

総合解説：曝気量は必要酸素量を満たしつつ過剰にならないようDO等で管理する。

問題 0071

生物処理 > 活性汚泥法・曝気・沈降 | 難易度 2

必要以上に高いDOを維持するため曝気量を大幅に増やし続ける運転の問題点として最も適切なものはどれか。

- ア. 曝気量が多いほど電力消費は必ず低下する。
- イ. 高DOにすれば全窒素が自動的に窒素ガスになる。
- ウ. 過剰曝気は汚泥性状に一切影響しない。
- エ. 電力消費が増え、必要以上の曝気が必ずしも処理性能向上につながらない。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：ブロー動力は増える方向である。

イ解説：脱窒には無酸素条件が必要で、高DOはむしろ脱窒を妨げる場合がある。

ウ解説：せん断や微生物相、脱窒条件等に影響し得る。

エ解説：曝気は排水処理の主要なエネルギー消費要因の一つであり適正制御が重要である。

総合解説：曝気制御は水質確保と省エネルギーの両立を図る。

問題 0072

生物処理 > 活性汚泥法・曝気・沈降 | 難易度 2

最終沈殿池で汚泥が沈みにくく、ふわふわした汚泥が流出しやすい。顕微鏡観察で糸状性微生物が過剰に増殖している。考えやすい現象はどれか。

- ア. 膜スケーリング。
- イ. イオン交換樹脂の破過。
- ウ. 沈砂池のグリット堆積。
- エ. 糸状性バルキング。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：膜表面の無機析出とは異なる。

イ解説：イオン交換塔の現象である。

ウ解説：活性汚泥の沈降障害とは異なる。

エ解説：糸状性微生物が優占するとフロックが広がり沈降圧密性が悪化することがある。

総合解説：バルキング対策は原因を特定し、DO、F/M、栄養塩、腐敗流入、返送・引抜き等を総合的に見直す。

問題 0073

生物処理 > 活性汚泥法・曝気・沈降 | 難易度 3

曝気槽混合液1 Lを30分静置したとき沈殿汚泥容積が300 mL/L、MLSSが3,000 mg/Lであった。SVIとして正しいものはどれか。

- ア. 100 mL/g (算定式: $\text{MLSS } 3,000 \text{ mg/L} = 3.0 \text{ g/L}$ 。 $\text{SVI} = 300 \text{ mL/L} \div 3.0 \text{ g/L} = 100 \text{ mL/g}$)
イ. 10 mL/g (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
ウ. 900 mL/g (与えられた2量を乗算する計算)
エ. 1,000 mL/g (換算桁を1桁ずらす計算)

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説： $\text{MLSS } 3,000 \text{ mg/L} = 3.0 \text{ g/L}$ 。 $\text{SVI} = 300 \text{ mL/L} \div 3.0 \text{ g/L} = 100 \text{ mL/g}$ 。

イ解説：MLSSのg/L換算後の除算を誤っている。

ウ解説：沈殿容積とMLSSを乗算している。

エ解説：単位換算を1桁誤っている。

総合解説：SVIは活性汚泥の沈降・圧密性を把握する代表指標で、単独値だけでなく経時変化をみる。

問題 0074

生物処理 > 活性汚泥法・曝気・沈降 | 難易度 3

活性汚泥法の最終沈殿池を評価するとき、流量だけでなく確認すべき重要な負荷はどれか。

- ア. 膜の透過フラックスだけ。
イ. 活性炭の吸着容量だけ。
ウ. イオン交換樹脂の交換容量だけ。
エ. 流入する活性汚泥固形物量に基づく固形物負荷。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：膜設備でない最終沈殿池の中心指標ではない。

イ解説：吸着塔の指標である。

ウ解説：イオン交換塔の指標である。

エ解説：最終沈殿池は水だけでなく大量の活性汚泥を分離するため、固形物負荷も重要である。

総合解説：最終沈殿池は表面負荷、固形物負荷、汚泥沈降性、返送量等を総合して管理する。

問題 0075

生物処理 > 活性汚泥法・曝気・沈降 | 難易度 2

有機物除去は良好だがアンモニア態窒素が処理水に残る活性汚泥施設で、まず確認すべき事項として適切なものはどれか。

- ア. スクリーン目開きだけ。
- イ. 砂粒の比重だけ。
- ウ. 水温、SRT、DO、pHなど、硝化菌を保持・活動させる条件。
- エ. 活性炭の粒径だけ。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：アンモニアはスクリーンで除去できない。

イ解説：硝化反応とは無関係である。

ウ解説：硝化菌は増殖が遅く、低SRTや低DO、低温等で硝化が低下しやすい。

エ解説：活性汚泥槽の硝化条件とは直接関係しない。

総合解説：硝化はBOD除去より厳しい微生物保持条件を要することがあり、SRT管理が重要である。

問題 0076

生物処理 > 活性汚泥法・曝気・沈降 | 難易度 2

MLVSS/MLSS比を運転管理で確認する意味として最も適切なものはどれか。

- ア. 水温を直接表す比である。
- イ. 流量と槽容量の比である。
- ウ. 処理水の塩分濃度を直接表す。
- エ. 混合液浮遊物質のうち有機性・揮発性成分の割合を見る指標で、微生物量や無機物蓄積の目安となる。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：温度指標ではない。

イ解説：それはHRT等に関係する。

ウ解説：混合液固形物組成の指標である。

エ解説：MLSSが高くても無機分が多いと生物学的活性を単純には評価できない。

総合解説：活性汚泥量はMLSSだけでなく有機性割合や活性も踏まえて評価する。

問題 0077

生物処理 > 生物膜法・嫌気処理 | 難易度 1

生物膜法の説明として正しいものはどれか。

- ア. 微生物を担体や材表面に付着・増殖させ、排水と接触させて汚濁物質を処理する。
- イ. 微生物を完全に排除して化学反応だけで処理する。
- ウ. 全ての固形物をROで脱塩する方法である。
- エ. 砂粒を沈降させるだけの方法である。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：付着生物膜を利用する点が浮遊式活性汚泥法との大きな違いである。

イ解説：生物膜法は微生物を利用する。

ウ解説：ROとは異なる。

エ解説：沈砂とは異なる。

総合解説：生物膜法には散水ろ床、回転円板、接触酸化、担体法など多様な方式がある。

問題 0078

生物処理 > 生物膜法・嫌気処理 | 難易度 2

回転円板法の基本的な特徴として適切なものはどれか。

- ア. 円板は全て膜孔径0.1 nmのRO膜でなければならない。
- イ. 生物膜が付着した円板を排水と空気に交互に接触させ、酸素供給と基質接触を行う。
- ウ. 円板を静止させ、必ず完全嫌気状態だけで使う。
- エ. 円板で砂だけを沈降させる。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：回転円板法は生物膜担体でありROではない。

イ解説：回転により生物膜が水中・空气中を交互に通過する。

ウ解説：回転と空気接触が特徴である。

エ解説：主目的は生物処理である。

総合解説：生物膜方式は担体形状や酸素供給方法が異なるが、付着微生物を保持する点が共通する。

問題 0079

生物処理 > 生物膜法・嫌気処理 | 難易度 2

生物膜が厚く成長した後、塊として一部が剥離する現象への説明として適切なものはどれか。

- ア. 剥離は生物膜法では絶対に起こらない。
- イ. 剥離すると全ての溶解塩が除去される。
- ウ. 剥離は必ずRO膜の破断を意味する。
- エ. 生物膜内部の基質・酸素不足やせん断力等により剥離が起こり、後段で剥離汚泥の固液分離が必要になることがある。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：生物膜の自然な更新現象として起こり得る。

イ解説：剥離は塩類除去ではない。

ウ解説：生物膜担体とRO膜は異なる。

エ解説：生物膜は成長と剥離を繰り返すため後段SS管理が必要である。

総合解説：生物膜法でも剥離汚泥や流出SSを考慮した固液分離・ろ過が必要になる場合がある。

問題 0080

生物処理 > 生物膜法・嫌気処理 | 難易度 2

担体流動型の生物処理で担体を用いる主な目的はどれか。

- ア. 担体でpHを必ず7.00に固定する。
- イ. 担体で溶解塩を必ず100%除去する。
- ウ. 微生物が付着できる大きな表面積を槽内に確保し、微生物を保持する。
- エ. 担体を使うと酸素供給が常に不要になる。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：担体だけでpHを固定するわけではない。

イ解説：脱塩原理ではない。

ウ解説：担体表面の生物膜により反応槽内の有効微生物量を高められる。

エ解説：好気性担体法では酸素供給が必要である。

総合解説：担体保持方式では担体流出防止、攪拌、酸素供給、目詰まり等も管理する。

問題 0081

生物処理 > 生物膜法・嫌気処理 | 難易度 3

十分に厚い好気性生物膜の内部で起こり得る現象として最も適切なものはどれか。

ア. 表面から内部へ酸素や基質が拡散するため濃度勾配が生じ、内部が低酸素・無酸素になることがある。

イ. 生物膜の全深さで酸素濃度は必ず完全に同じである。

ウ. 内部ほど必ず酸素濃度が高くなる。

エ. 生物膜では物質移動が一切起こらない。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：生物膜では拡散と反応が同時に起こり、深さ方向で環境が変化する。

イ解説：拡散抵抗と微生物消費により勾配が生じる。

ウ解説：酸素は通常液相側から供給され内部で消費される。

エ解説：基質・酸素の拡散が処理反応に不可欠である。

総合解説：生物膜の厚さ、基質負荷、DO、せん断が反応分布と剥離に影響する。

問題 0082

生物処理 > 生物膜法・嫌気処理 | 難易度 2

生物膜法が、同じHRTの浮遊式処理に比べて増殖の遅い微生物を保持しやすい場合がある理由として適切なものはどれか。

ア. 微生物が水より必ず重くなり、全て沈砂池に沈むため。

イ. 生物膜法では水が流れないため。

ウ. 担体が微生物を化学的に無機物へ変えるため。

エ. 微生物が担体表面に付着して保持され、水の滞留時間と微生物保持時間とをある程度分離できるため。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：保持の主因は担体への付着である。

イ解説：実際には排水を流して処理する。

ウ解説：微生物を保持する物理・生物学的機能である。

エ解説：付着によって流出しにくくなり、高い生物量を確保できることがある。

総合解説：生物保持方式の違いは負荷耐性や槽容積、固液分離、維持管理に影響する。

問題 0083

生物処理 > 生物膜法・嫌気処理 | 難易度 1

高濃度有機性排水の嫌気処理で、有機物分解の最終生成物として代表的なものはどれか。

- ア. 酸素だけ。
- イ. 塩素ガスだけ。
- ウ. メタンと二酸化炭素を主成分とするバイオガス。
- エ. 砂だけ。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：嫌気条件では酸素を最終生成物とする処理ではない。

イ解説：有機物の嫌気分解生成物ではない。

ウ解説：嫌気性微生物群の段階的分解によりメタン生成まで進む。

エ解説：有機物が砂へ変換されるわけではない。

総合解説：嫌気処理では有機物の一部がバイオガスへ転換され、汚泥発生量が好気処理より少ない傾向がある。

問題 0084

生物処理 > 生物膜法・嫌気処理 | 難易度 2

高濃度で生分解性の高い有機性排水に嫌気処理を適用する利点として適切なものはどれか。

- ア. 好気曝気を最大にすることが嫌気処理の必須条件である。
- イ. 曝気動力を抑えつつ有機物をバイオガスへ転換でき、余剰汚泥発生も比較的少ない。
- ウ. 低温ほど必ず反応速度が上がる。
- エ. 処理後は必ず飲料水質になり後処理不要である。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：嫌気処理では分子状酸素を供給しない。

イ解説：高濃度有機物ではエネルギー回収を含む利点がある。

ウ解説：嫌気性微生物反応は一般に低温で遅くなる。

エ解説：処理目標に応じて好気処理等の後処理が必要なことが多い。

総合解説：嫌気処理は高濃度排水に有効だが、立上げ、温度、pH、毒性、ガス安全、後処理を考慮する。

問題 0085

生物処理 > 生物膜法・嫌気処理 | 難易度 2

嫌気性リアクターを冬季に低温で急速立上げしたところ、処理性能が十分に上がらない。確認事項として最も適切なものはどれか。

- ア. 負荷を直ちに無制限に上げる。
- イ. pHやアルカリ度は測定しない。
- ウ. 発生ガスを換気せず室内に蓄積する。
- エ. 水温、種汚泥量、負荷上昇速度、pH・アルカリ度などを確認し、微生物増殖に合わせて段階的に立ち上げる。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：酸生成がメタン生成を上回り酸性化するリスクがある。

イ解説：嫌気処理安定性の重要な指標である。

ウ解説：メタン安全上極めて不適切である。

エ解説：嫌気性微生物群は増殖が遅く、急激な負荷増加や低温に弱いことがある。

総合解説：嫌気処理は微生物群のバランスを崩さない負荷管理と温度・pH管理が重要である。

問題 0086

生物処理 > 生物膜法・嫌気処理 | 難易度 2

嫌気処理水について一般に適切な説明はどれか。

- ア. 嫌気処理を行えば全水質項目が必ずゼロになる。
- イ. 嫌気処理水は必ず無菌である。
- ウ. 残留有機物や窒素、SS、臭気等の処理目標に応じて、好気処理などの後処理を組み合わせることがある。
- エ. 嫌気処理後は水質測定が不要である。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：処理対象ごとに残留成分があり得る。

イ解説：滅菌を保証する処理ではない。

ウ解説：嫌気処理単独で全ての放流水質項目を満たすとは限らない。

エ解説：処理性能確認のため測定は必要である。

総合解説：処理フローは前処理・主処理・後処理を放流水質目標から逆算して構成する。

問題 0087

生物処理 > 生物膜法・嫌気処理 | 難易度 2

嫌気処理で発生するバイオガスの安全管理として正しいものはどれか。

- ア. メタンの可燃性を考慮し、漏えい検知、換気、防爆、着火源管理などを行う。
- イ. メタンは不燃性なので換気不要である。
- ウ. ガス配管の漏えいは処理性能に関係ないので放置する。
- エ. 開放火災で常時漏えい確認する。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：メタンを含むバイオガスは可燃性があり、密閉空間での蓄積を避ける。

イ解説：メタンは可燃性ガスである。

ウ解説：火災・爆発・窒息等の重大リスクとなる。

エ解説：着火源となり危険である。

総合解説：エネルギー回収を行う場合もガスホルダー、脱硫、燃焼設備等を含む安全設計が必要である。

問題 0088

生物処理 > 生物膜法・嫌気処理 | 難易度 3

嫌気処理槽で揮発性脂肪酸（VFA）が蓄積し、pHが低下し始めた。最も適切な解釈はどれか。

- ア. 処理が必ず最良状態になった証拠である。
- イ. 酸生成がメタン生成能力を上回りつつある可能性があり、負荷・温度・アルカリ度・毒性等を確認する。
- ウ. pH低下は嫌気性微生物に必ず好影響しか与えない。
- エ. VFAは無関係なので負荷をさらに急増させる。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：VFA蓄積はメタン生成の追従不足を示すことがある。

イ解説：VFA蓄積とpH低下は嫌気処理の酸性化リスクを示す重要な兆候である。

ウ解説：過度の低pHはメタン生成菌を阻害する。

エ解説：酸性化を悪化させるおそれがある。

総合解説：嫌気処理は酸生成とメタン生成の速度バランスを維持する運転が重要である。

問題 0089

生物処理 > 窒素・リンの生物学的処理 | 難易度 1

生物学的窒素除去における硝化の説明として正しいものはどれか。

- ア. 好気条件でアンモニア態窒素を亜硝酸態・硝酸態窒素へ酸化する反応。
- イ. 無酸素条件で硝酸を窒素ガスへ還元する反応。
- ウ. 嫌気条件でリンを過剰摂取する反応。
- エ. SSをスクリーンで除去する反応。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：硝化菌等が酸素を利用してアンモニアを酸化する。

イ解説：これは脱窒の説明である。

ウ解説：生物学的リン除去の好気側反応と混同している。

エ解説：物理処理であり硝化ではない。

総合解説：窒素除去では硝化で酸化態窒素を作り、脱窒で窒素ガスへ還元する。

問題 0090

生物処理 > 窒素・リンの生物学的処理 | 難易度 1

生物学的脱窒の説明として正しいものはどれか。

- ア. 好気条件でアンモニアを硝酸へ酸化する反応。
- イ. RO膜で硝酸を物理的に濃縮することだけを指す。
- ウ. 無酸素条件で脱窒菌が硝酸態・亜硝酸態窒素を利用し、主として窒素ガスへ還元する。
- エ. リンを凝集剤で沈殿させること。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：これは硝化である。

イ解説：膜分離と生物学的脱窒は異なる。

ウ解説：分子状酸素が乏しい条件で酸化態窒素が電子受容体として利用される。

エ解説：化学的リン除去であり脱窒ではない。

総合解説：脱窒には硝酸等と利用可能な電子供与体（有機物等）が必要である。

問題 0091

生物処理 > 窒素・リンの生物学的処理 | 難易度 2

循環式硝化脱窒法で、好気槽から無酸素槽へ硝化液を内部循環する主な目的はどれか。

- ア. 酸素を無酸素槽へ大量供給して脱窒を促進する。
- イ. 膜孔径を小さくする。
- ウ. 好気槽で生成した硝酸態窒素を無酸素槽へ戻し、脱窒反応に供給する。
- エ. 全てのSSを砂へ変換する。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：高DO持込みは脱窒を妨げることがある。

イ解説：内部循環は膜孔径に影響しない。

ウ解説：硝化と脱窒の異なる反応環境を循環で接続する。

エ解説：そのような反応ではない。

総合解説：内部循環比は窒素除去率、ポンプ動力、無酸素槽へのDO持込み等を踏まえて設定する。

問題 0092

生物処理 > 窒素・リンの生物学的処理 | 難易度 2

硝化が進む活性汚泥槽でpHが低下しやすくなる理由として最も適切なものはどれか。

- ア. 硝化は必ず強アルカリを生成するため。
- イ. 硝化とpHは一切関係しないため。
- ウ. 硝化反応はアルカリ度を消費するため、原水の緩衝能力が小さいとpHが低下しやすい。
- エ. 硝化で全ての水が蒸発するため。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：一般に硝化はアルカリ度を消費する。

イ解説：硝化菌活性はpHの影響を受ける。

ウ解説：アルカリ度不足は硝化速度をさらに低下させる悪循環につながることもある。

エ解説：水の蒸発がpH低下の主因ではない。

総合解説：窒素処理ではDO、SRT、水温とともにpH・アルカリ度管理が重要である。

問題 0093

生物処理 > 窒素・リンの生物学的処理 | 難易度 3

硝化・脱窒を組み合わせた系で、脱窒反応がもつ効果として適切なものはどれか。

- ア. 硝化で消費されたアルカリ度の一部を脱窒で回復できる。
- イ. 脱窒は硝化以上に酸素を必須とする。
- ウ. 脱窒はアンモニアを直接酸化して硝酸を作る。
- エ. 脱窒を行うと窒素が水中に必ず残留する。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：脱窒反応はアルカリ度を生成する方向に働き、系全体のpH安定に寄与する。

イ解説：脱窒は無酸素条件で行う。

ウ解説：これは硝化である。

エ解説：窒素ガスとして系外へ除去されるのが目的である。

総合解説：窒素除去は硝化と脱窒を一連の酸化還元プロセスとして理解する。

問題 0094

生物処理 > 窒素・リンの生物学的処理 | 難易度 2

有機物除去に加えてアンモニアの硝化まで行う場合、曝気設計で考慮すべきことはどれか。

- ア. 硝化を行うほど酸素需要は必ずゼロになる。
- イ. 硝化は無酸素槽だけで行うので曝気量と無関係である。
- ウ. アンモニア濃度は曝気設計に一切関係しない。
- エ. 炭素性有機物の酸化だけでなく、アンモニア酸化に必要な酸素需要も見込む。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：硝化には酸素が必要である。

イ解説：硝化は好気条件で行う。

ウ解説：硝化負荷が酸素需要へ影響する。

エ解説：硝化は好気性酸化反応であり追加の酸素を必要とする。

総合解説：曝気量はBOD負荷、硝化負荷、酸素移動効率、水温等を踏まえて設計する。

問題 0095

生物処理 > 窒素・リンの生物学的処理 | 難易度 2

生物学的りん除去で、りん蓄積細菌（PAO）の典型的な挙動として正しいものはどれか。

- ア. 嫌気条件だけでりんを永久に水中から除去する。
- イ. 嫌気条件でりんを放出し、後続の好気条件で放出量を上回るりんを取り込む。
- ウ. 好気条件でりんを放出し、嫌気条件でだけ過剰摂取する。
- エ. りん除去は微生物と無関係で砂ろ過だけで行う。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：嫌気段ではりん放出が起こる。

イ解説：嫌気・好気環境切替を利用して汚泥中へりんを過剰蓄積させる。

ウ解説：典型的な順序が逆である。

エ解説：生物学的りん除去はPAOの代謝を利用する。

総合解説：取り込まれたりんは余剰汚泥として系外へ引き抜くことで正味除去される。

問題 0096

生物処理 > 窒素・リンの生物学的処理 | 難易度 2

嫌気無酸素好気法（A2O法）の典型的な槽順序として正しいものはどれか。

- ア. 好気槽 → 好気槽 → 好気槽。
- イ. 無酸素槽 → RO膜 → 沈砂池。
- ウ. 嫌気槽 → 無酸素槽 → 好気槽。
- エ. 嫌気槽 → 沈砂池 → スクリーン。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：脱窒や嫌気段のりん放出条件が確保できない。

イ解説：A2O法の基本構成ではない。

ウ解説：嫌気段で生物学的りん除去の条件を作り、無酸素段で脱窒、好気段で硝化・りん過剰摂取を行う。

エ解説：前処理設備を槽順序と混同している。

総合解説：窒素・りん同時除去では各微生物反応に適した酸化還元環境を順序立てて作る。

問題 0097

生物処理 > 窒素・リンの生物学的処理 | 難易度 2

生物学的りん除去で、余剰汚泥を適切に系外へ引き抜く必要がある主な理由はどれか。

ア. 引抜き汚泥を増やすと水中りんが必ず増えるため。

イ. 余剰汚泥は窒素ガスだけでできているため。

ウ. 微生物に取り込まれたリンを、リンを多く含む汚泥として系外へ搬出して正味除去するため。

エ. リンは膜孔径を変えるだけで微生物から消滅するため。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：適切な引抜きはりんを系外へ除去する操作である。

イ解説：活性汚泥は固形有機物・無機物等からなる。

ウ解説：汚泥を系内で無限循環させるだけではりんは系外へ出ない。

エ解説：物質は消滅せず、汚泥として搬出する収支が必要である。

総合解説：栄養塩除去も物質収支で考え、窒素は主にガス化、りんは主に汚泥搬出で系外へ除去する。

問題 0098

生物処理 > 窒素・リンの生物学的処理 | 難易度 3

A2O法で嫌気槽へ硝酸態窒素が多量に持ち込まれると、生物学的りん除去に悪影響を与えることがある。その理由として最も適切なものはどれか。

ア. 硝酸が電子受容体として利用されると、真の嫌気条件が崩れ、PAOが利用したい易分解性有機物が脱窒に消費されることがある。

イ. 硝酸があるほど嫌気条件が強くなる。

ウ. 硝酸は必ずりんを化学沈殿させる。

エ. 硝酸は膜孔径を自動的に拡大する。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：嫌気槽では酸素や硝酸の持込みを抑え、PAOの嫌気代謝を成立させることが重要である。

イ解説：硝酸は酸化態窒素で電子受容体となるため、厳密な嫌気条件を損なう。

ウ解説：そのような一般原理ではない。

エ解説：膜孔径とは無関係である。

総合解説：窒素・りん同時除去では内部循環や返送汚泥からの硝酸持込み、炭素源配分を総合管理する。

問題 0099

生物処理 > 窒素・リンの生物学的処理 | 難易度 3

低C/N比の排水で窒素・リン同時除去を行う際に起こり得る運転上の課題として最も適切なものはどれか。

- ア. 炭素源が少ないほど脱窒は必ず速くなる。
- イ. 脱窒菌とPAOが利用可能な有機物を必要とするため、炭素源が不足すると脱窒や生物学的リン除去が同時に制約されることがある。
- ウ. PAOは有機物条件と無関係に必ず同じ性能を示す。
- エ. 低C/N比では窒素除去とリン除去の運転調整は不要になる。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：脱窒には電子供与体が必要で、不足すると反応が制限される。

イ解説：流入有機物の量と供給位置は窒素・リン同時除去の重要条件である。

ウ解説：嫌気段での炭素源利用が重要である。

エ解説：むしろ炭素源配分の最適化が重要になる。

総合解説：同時除去では酸化還元環境だけでなく、流入炭素源の質・量・配分を管理する。

問題 0100

生物処理 > 窒素・リンの生物学的処理 | 難易度 2

生物学的リン除去だけでは放流水T-P目標を安定して満たせない施設で、追加対策として合理的なものはどれか。

- ア. 凝集剤による化学的リン除去を補完的に組み合わせ、生成汚泥量やpH等も管理する。
- イ. リンを除去するため曝気だけを無制限に増やす。
- ウ. 処理水を未処理原水で希釈する。
- エ. リン濃度の測定をやめる。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：生物処理と凝集沈殿を組み合わせで厳しいT-P目標へ対応することがある。

イ解説：曝気増加だけで化学的にリンが除去されるわけではない。

ウ解説：未処理原水の混合はリン負荷を増やす。

エ解説：目標達成の確認ができなくなる。

総合解説：化学的補完は安定性を高める一方、薬品費・汚泥発生・アルカリ度への影響を評価する。

問題 0101

維持管理・污泥処理 > 運転管理・障害対策 | 難易度 2

最終沈殿池で污泥の沈降性が悪化し、SVIが著しく上昇して処理水へSSが流出し始めた。運転管理上、まず疑うべき現象として最も適切なものはどれか。

- ア. 活性污泥のバルキング。
- イ. 硝化が完全に停止したため污泥が必ず緻密化した状態。
- ウ. 砂ろ過のろ材が破砕して活性污泥が沈降しやすくなった状態。
- エ. 污泥を十分に濃縮できたため沈降容積が増えた正常状態。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：SVIの著しい上昇と沈降性悪化は、バルキングを疑う代表的な所見である。

イ解説：硝化停止だけから沈降性改善を意味するとはいえず、提示所見とも整合しない。

ウ解説：活性污泥槽のSVI上昇を砂ろ過材の破砕で説明するのは不適切である。

エ解説：SVI上昇は単なる良好な濃縮を意味せず、沈降性悪化の指標となる。

総合解説：SVI、SV30、MLSS、処理水SSなどを併せて沈降性を評価し、原因に応じて対策する。

問題 0102

維持管理・污泥処理 > 運転管理・障害対策 | 難易度 2

糸状性微生物の増殖が疑われるバルキングが発生した場合の対応として最も適切なものはどれか。

- ア. 原因を確認せず、常に最大量の薬剤を反応槽へ投入する。
- イ. 最終沈殿池からの返送污泥を永久に停止する。
- ウ. DO、負荷、栄養バランス、pH、返送・引抜き条件などを確認し、原因を特定して運転条件を是正する。
- エ. 処理水SSの上昇は無視し、SVIだけを低く見せる操作を行う。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：薬剤の過剰投入は微生物や放流水質へ悪影響を与えるおそれがあり、原因診断を省略すべきではない。

イ解説：返送停止は反応槽のMLSS低下を招き、処理系を不安定化させる。

ウ解説：バルキングの原因は一つではないため、運転データを確認して原因に即した是正を行うことが基本である。

エ解説：管理指標だけを操作するのではなく、実際の固液分離と処理水質を改善する必要がある。

総合解説：障害対応は「現象確認→原因候補の切り分け→適切な運転変更→効果確認」の順で行う。

問題 0103

維持管理・污泥処理 > 運転管理・障害対策 | 難易度 2

硝化が進んだ処理系の最終沈殿池で、底部污泥から気泡が発生して污泥が浮上する現象が見られた。最も考えやすい原因はどれか。

- ア. 沈殿污泥中で脱窒が進み、生成した窒素ガスが污泥に付着した。
- イ. 沈殿池内でRO膜による浸透圧が急上昇した。
- ウ. 污泥中の無機砂が全て水素ガスへ変換された。
- エ. BOD測定用の希釈水が槽内で沸騰した。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：硝酸性窒素を含む条件で沈殿污泥が無酸素化すると、脱窒により窒素ガスが生成し、污泥浮上を起こすことがある。

イ解説：最終沈殿池はRO膜分離装置ではなく、説明にならない。

ウ解説：無機砂が生物反応で水素ガスへ全量変換されることはない。

エ解説：実施設の污泥浮上機構とは関係しない。

総合解説：污泥浮上が見られた場合は、硝酸性窒素、污泥滞留、返送・引抜き条件などを確認する。

問題 0104

維持管理・污泥処理 > 運転管理・障害対策 | 難易度 1

活性污泥法の曝気槽でDOを継続的に管理する主な理由として最も適切なものはどれか。

- ア. DOが高いほど必ず污泥発生量がゼロになるため。
- イ. DOだけで流入水の全ての化学物質を同定できるため。
- ウ. 好気性微生物の反応に必要な酸素供給状態を把握し、過不足のない曝気運転につなげるため。
- エ. DOが一定ならpHや負荷変動を監視する必要がなくなるため。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：DOを高めても污泥発生が必ずゼロになるわけではない。

イ解説：DOは酸素状態の指標であり、成分同定手段ではない。

ウ解説：DOは好気性処理の重要な管理指標であり、低すぎれば反応阻害、高すぎれば過剰曝気による電力浪費の可能性がある。

エ解説：DOだけでは運転状態を十分に把握できず、複数指標の監視が必要である。

総合解説：DO、MLSS、SRT、pH、負荷、沈降性などを組み合わせて運転状態を判断する。

問題 0105

維持管理・污泥処理 > 運転管理・障害対策 | 難易度 2

生物処理設備へ微生物阻害性が疑われる高濃度排水が突発的に流入し始めた。最も適切な初動対応はどれか。

ア. 可能なら流入を遮断・分離または調整槽へ退避し、原因排水を特定して生物処理への負荷を抑える。

イ. 処理水が悪化するまで何もせず全量を生物槽へ送る。

ウ. 阻害物質を薄める目的だけで清水を無制限に加え放流する。

エ. 曝気を完全停止し、微生物を全て沈殿槽へ流出させる。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：毒性ショックを生物槽へそのまま通過させると処理機能を損なうおそれがあるため、発生源・流入側での隔離が有効である。

イ解説：阻害の拡大を防ぐ初動が重要であり、無対策は不適切である。

ウ解説：希釈は汚濁負荷そのものを除去する措置ではない。

エ解説：生物量を喪失させ、回復を困難にするおそれがある。

総合解説：異常流入時は原因排水の隔離、流入水質確認、処理系保護、回復状況監視を一体で行う。

問題 0106

維持管理・污泥処理 > 運転管理・障害対策 | 難易度 2

低水温期に硝化性能が低下している活性污泥法で、他条件も確認したうえで検討すべき運転管理として適切なものはどれか。

ア. 硝化菌を系内に保持できるよう、必要なSRTを確保する。

イ. SRTを極端に短くし、硝化菌を積極的に系外へ排出する。

ウ. 最終沈殿池の水面積だけを小さくすれば硝化が回復する。

エ. 硝化性能はSRTや水温と無関係なので操作しない。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：硝化菌は一般に増殖が遅く、特に低水温では必要SRTが長くなるため、過度の污泥引抜きを避ける必要がある。

イ解説：硝化菌保持に逆行し、硝化性能をさらに低下させる可能性がある。

ウ解説：硝化は主に生物反応槽の微生物保持・酸素・pH等に関係する。

エ解説：SRTと水温は硝化の重要な運転因子である。

総合解説：硝化管理ではSRTだけでなくDO、pH・アルカリ度、水温、阻害物質も併せて確認する。

問題 0107

維持管理・污泥処理 > 運転管理・障害対策 | 難易度 2

活性汚泥法で返送汚泥率を変更するときの考え方として最も適切なものはどれか。

ア. 反応槽MLSS、最終沈殿池の汚泥界面、沈降性、水理負荷などへの影響を確認しながら調整する。

イ. 返送率は高いほど常に処理水質が改善するので上限は考えなくてよい。

ウ. 返送汚泥は系外へ廃棄する余剰汚泥と同じ操作なので区別不要である。

エ. 返送率を変えてもMLSSや沈殿池には一切影響しない。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：返送汚泥は生物量維持と沈殿池内汚泥量に影響するため、単一指標だけで決めるのは不適切である。

イ解説：過大な返送は水理負荷やポンプ動力を増やすため、無制限に高めるべきではない。

ウ解説：返送は系内循環、余剰汚泥引抜きは系外排出で目的が異なる。

エ解説：返送量は反応槽・沈殿池双方の運転状態に影響する。

総合解説：返送汚泥量は、必要生物量の保持と最終沈殿池の安定運転の両面から設定する。

問題 0108

維持管理・污泥処理 > 運転管理・障害対策 | 難易度 1

処理設備の異常を早期発見するためのデータ管理として最も適切なものはどれか。

ア. 異常が起きた日だけ記録し、正常時のデータは残さない。

イ. 測定値が悪い場合は記録から削除する。

ウ. DO、pH、流量、処理水質、MLSS、SVIなどを時系列で記録し、通常範囲からの変化を把握する。

エ. 処理水質だけを見て設備状態の点検は行わない。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：正常時の基準がなければ異常判定や原因解析が難しい。

イ解説：不都合なデータを削除すると原因解析や再発防止を妨げる。

ウ解説：単発値だけでなくトレンドを見ることで、徐々に進行する異常や負荷変動との対応関係を把握しやすい。

エ解説：設備・プロセス指標を組み合わせた管理が必要である。

総合解説：維持管理では定常時の基準範囲を把握し、異常兆候を早期に検出できる記録体系を整える。

問題 0109

維持管理・汚泥処理 > 汚泥濃縮・消化・脱水・処分 | 難易度 1

汚泥処理における濃縮工程の主な目的はどれか。

- ア. 汚泥中の固形物を全て溶解して液体だけにすること。
- イ. 汚泥を必ず完全乾燥して含水率0%にすること。
- ウ. 汚泥中の窒素を全量窒素ガスに変えること。
- エ. 汚泥中の水分を一部除き、固形物濃度を高めて後段へ送る汚泥量を減らすこと。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：濃縮は固形物濃度を高める操作であり、全溶解が目的ではない。

イ解説：濃縮は乾燥より前段の水分低減操作であり、完全乾燥を意味しない。

ウ解説：これは脱窒反応であり、濃縮の主目的ではない。

エ解説：濃縮により容量負荷や移送量が減り、消化・脱水等の後段設備を効率化できる。

総合解説：濃縮は後段の汚泥処理量を減らす基本工程で、固形物回収率や返流水負荷も管理する。

問題 0110

維持管理・汚泥処理 > 汚泥濃縮・消化・脱水・処分 | 難易度 2

濃縮設備へ乾燥固形物換算で1,000 kg/日の汚泥が流入し、濃縮汚泥側に950 kg/日が回収された。固形物回収率として正しいものはどれか。

- ア. 5% (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
- イ. 105% (大きい側の値を採る換算・設定)
- ウ. 50% (差分を比率値として扱う計算)
- エ. 95% (算定式: $950 \div 1,000 \times 100 = 95\%$ である)

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：流入と回収の差50 kg/日を流入量で割った損失率である。

イ解説：回収量を流入量より大きく扱っており、与条件と一致しない。

ウ解説：流入量と回収量の差を誤って回収率としている。

エ解説： $950 \div 1,000 \times 100 = 95\%$ である。

総合解説：汚泥濃縮では濃縮濃度だけでなく、分離液へ流出する固形物も含めて回収率を評価する。

問題 0111

維持管理・汚泥処理 > 汚泥濃縮・消化・脱水・処分 | 難易度 1

汚泥の嫌気性消化によって期待される効果として最も適切なものはどれか。

- ア. 全ての無機物を生分解して消失させる。
- イ. 有機物の一部を分解して汚泥を安定化・減量化し、メタンを含む消化ガスを得る。
- ウ. 汚泥を瞬時に完全乾燥させる。
- エ. 消化ガスは酸素だけから構成される。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：無機固形物は嫌気性消化で全て分解されるわけではない。

イ解説：嫌気性微生物の働きで有機物が分解され、消化ガスとしてエネルギー回収できる場合がある。

ウ解説：消化は乾燥工程ではない。

エ解説：消化ガスにはメタンや二酸化炭素が含まれる。

総合解説：嫌気性消化では温度、投入負荷、攪拌、pH等を管理し、発生ガスの安全利用も重要である。

問題 0112

維持管理・汚泥処理 > 汚泥濃縮・消化・脱水・処分 | 難易度 3

嫌気性消化槽で有機酸が蓄積し、pH低下とガス発生量低下が同時に見られた。最も適切な対応方針はどれか。

- ア. 投入汚泥量を無条件に増やして有機酸をさらに供給する。
- イ. 消化槽へ大量の酸を加えてpHをさらに下げる。
- ウ. 投入負荷、温度、攪拌、アルカリ度等を確認し、過負荷などの原因を是正してメタン生成菌の回復を図る。
- エ. ガス発生が少ないほど消化が完全とみなし、計測を停止する。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：過負荷が原因なら悪化させる可能性がある。

イ解説：メタン生成菌の活性低下を助長する。

ウ解説：酸生成がメタン生成を上回ると有機酸が蓄積し、pH低下によりさらに消化が不安定になることがある。

エ解説：ガス低下は不調の兆候となり得るため原因確認が必要である。

総合解説：嫌気性消化は反応段階のバランスが重要で、急激な負荷・温度変化を避ける。

問題 0113

維持管理・汚泥処理 > 汚泥濃縮・消化・脱水・処分 | 難易度 1

機械脱水の前に高分子凝集剤などで汚泥を調質する主な目的はどれか。

- ア. 汚泥中の水を化学反応だけで全て水素と酸素へ分解する。
- イ. 脱水機の機械的圧力を完全に不要にする。
- ウ. 微細な汚泥粒子をフロック化し、水を分離しやすい状態にして脱水性・固形物回収率を改善する。
- エ. 汚泥中の無機固形物を全て気化させる。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：凝集剤の目的ではない。

イ解説：調質は脱水を補助するが、機械脱水では装置の分離作用も必要である。

ウ解説：汚泥性状に応じた凝集調質は脱水機の性能に大きく影響する。

エ解説：凝集調質で無機固形物を気化させることはない。

総合解説：薬注率は汚泥性状に応じて最適化し、過剰添加による薬品費増加や処理性悪化を避ける。

問題 0114

維持管理・汚泥処理 > 汚泥濃縮・消化・脱水・処分 | 難易度 3

乾燥固形物量が1,000 kg/日で一定の汚泥を脱水する。脱水ケーキの含水率が80%の場合のケーキ量はどれか。

- ア. 5,000 kg/日（算定式: 含水率80%では固形物割合20%なので、 $1,000 \div 0.20 = 5,000$ kg/日となる）
- イ. 1,250 kg/日（別の換算条件・対象範囲を仮定する候補）
- ウ. 800 kg/日（別の換算条件・対象範囲を仮定する候補）
- エ. 20,000 kg/日（別の換算条件・対象範囲を仮定する候補）

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：含水率80%では固形物割合20%なので、 $1,000 \div 0.20 = 5,000$ kg/日となる。

イ解説：固形物割合を80%と誤って計算した値である。

ウ解説：含水率を固形物量に直接乗じており、全ケーキ量ではない。

エ解説：固形物割合を5%として計算した値で、与条件と一致しない。

総合解説：脱水ケーキの搬送・処分量は含水率の影響を強く受けるため、低含水率化は後段負荷低減に有効である。

問題 0115

維持管理・汚泥処理 > 汚泥濃縮・消化・脱水・処分 | 難易度 2

脱水汚泥を肥料原料や建設資材等として資源利用することを検討するときの基本的な考え方として最も適切なものはどれか。

- ア. 汚泥であれば成分に関係なく全て農地へ散布できる。
- イ. 資源利用する場合は脱水や安定化は一切不要である。
- ウ. 利用用途ごとの品質・安全基準や汚泥中成分を確認し、適合する場合に適正な利用ルートを選ぶ。
- エ. 有害成分の分析結果は資源利用の判断に関係しない。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：用途ごとの安全性・品質要件を無視できない。

イ解説：用途に応じた前処理・品質管理が必要となる。

ウ解説：資源利用は有効だが、用途ごとの法令・品質・有害物質等の確認が前提となる。

エ解説：安全性評価に重要である。

総合解説：汚泥処理は減量化・安定化に加え、適正処分や資源・エネルギー利用まで含めて計画する。

問題 0116

維持管理・汚泥処理 > 汚泥濃縮・消化・脱水・処分 | 難易度 2

汚泥濃縮・脱水工程から生じる分離液・ろ液を水処理系へ返送する場合の注意点として最も適切なものはどれか。

- ア. 返流水は一度汚泥処理を通ったため汚濁物質を全く含まない。
- イ. SS、窒素、りん等の返流水負荷が水処理系へ再流入するため、その量と濃度を物質収支に含める。
- ウ. 返流水量が増えるほど必ず水処理負荷は低下する。
- エ. 返流水は系内循環なので物質収支から除外してよい。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：分離液には溶解成分や微細固形物が含まれ得る。

イ解説：汚泥処理系からの返流水は処理場内部負荷となり、水処理性能や曝気需要等に影響し得る。

ウ解説：負荷成分が戻るため増加要因となる場合がある。

エ解説：処理単位ごとの設計・運転では内部返流水を含めた負荷評価が必要である。

総合解説：処理場全体を評価するときは、水処理系と汚泥処理系を分断せず内部循環負荷まで見る。

問題 0117

維持管理・汚泥処理 > 設備保全・安全・省エネルギー | 難易度 1

排水処理設備の予防保全として最も適切なものはどれか。

ア. 故障するまで点検を一切行わず、停止後にだけ対応する。

イ. 計器の異常値は記録せずリセットだけ行う。

ウ. 故障前から点検周期、振動・温度・電流等の状態を管理し、劣化兆候に応じて整備する。

エ. 予備機があれば本機の点検は不要である。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：重要設備では突発停止が処理機能喪失につながるため不適切である。

イ解説：原因究明や再発防止に必要な情報を失う。

ウ解説：予防保全・状態監視により突発停止のリスクを下げ、計画的な整備が可能になる。

エ解説：予備機を含めて保全する必要がある。

総合解説：重要設備は故障影響度を考慮し、日常点検、定期点検、予備品・予備機管理を組み合わせる。

問題 0118

維持管理・汚泥処理 > 設備保全・安全・省エネルギー | 難易度 2

活性汚泥法で処理水質を維持しながら曝気電力を削減する方法として最も適切なものはどれか。

ア. 処理負荷に関係なく常に最大風量で送風する。

イ. DOや負荷に応じて送風量を適正化し、高効率散気装置や送風機制御を活用する。

ウ. 省エネのためDOを常に0 mg/Lに保つ。

エ. 送風量を減らす代わりに処理水質の監視を停止する。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：過剰曝気による電力浪費につながる。

イ解説：曝気は大きな電力負荷となりやすく、必要酸素量に応じた制御が省エネに有効である。

ウ解説：好気性処理や硝化等が阻害されるおそれがある。

エ解説：省エネは処理性能を確認しながら実施する必要がある。

総合解説：省エネ運転は「必要な処理性能を確保したうえで投入エネルギーを最適化する」ことが原則である。

問題 0119

維持管理・汚泥処理 > 設備保全・安全・省エネルギー | 難易度 1

流量変動が大きい汚泥移送ポンプの省エネルギー対策として合理的なものはどれか。

ア. 常に全ポンプを最大回転数で運転する。

イ. 必要流量に応じて台数制御やインバータによる回転数制御を行い、効率のよい運転点を保つ。

ウ. 吐出弁を完全に閉じた状態で連続運転する。

エ. ポンプの効率や揚程は電力消費に影響しない。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：低負荷時に無駄な電力を消費する。

イ解説：流量に応じた制御と高効率機器の採用はポンプ動力削減に有効である。

ウ解説：設備損傷や過熱の危険があり、エネルギーも無駄になる。

エ解説：ポンプ性能と運転点は電力消費に直接関係する。

総合解説：ポンプは流量・揚程・効率を確認し、過大容量や不適切な絞り運転を避ける。

問題 0120

維持管理・汚泥処理 > 設備保全・安全・省エネルギー | 難易度 1

嫌気性消化で発生するメタンを含む消化ガスを扱う設備の安全対策として適切なものはどれか。

ア. 漏えいしても無臭なら安全なので換気しない。

イ. 漏えい防止、換気、ガス検知、着火源管理などを行う。

ウ. ガス配管付近で火花を生じる作業を常時行う。

エ. 密閉空間に意図的にガスを蓄積させる。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：メタンは可燃性であり、臭気の有無だけで安全判断できない。

イ解説：メタンは可燃性ガスであり、漏えいと着火の防止が重要である。

ウ解説：着火源管理に反する。

エ解説：爆発・窒息等のリスクを高める。

総合解説：可燃性ガス設備では設備面・作業面の双方から爆発・火災・窒息リスクを管理する。

問題 0121

維持管理・汚泥処理 > 設備保全・安全・省エネルギー | 難易度 2

酸・アルカリ等の薬品を用いる中和設備で、薬品補充作業の安全性を高める方法として最も適切なものはどれか。

- ア. 薬品名が分からなくても同じタンクへ混合投入する。
- イ. 保護具は作業効率を下げるため使用しない。
- ウ. 漏えい時は排水溝へ無条件に流して処理を終える。
- エ. SDSや作業手順を確認し、適切な保護具、飛散・漏えい対策、緊急洗浄設備等を整える。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：混触反応や誤投入事故の危険がある。

イ解説：危険有害性に応じた保護具が必要である。

ウ解説：二次汚染や危険反応を防ぐため、所定の緊急対応が必要である。

エ解説：腐食性薬品は接触・飛散・混触事故を防ぐため、危険有害性に応じた管理が必要である。

総合解説：薬品設備は表示・保管・移送・補給・漏えい対応を含めた標準手順で管理する。

問題 0122

維持管理・汚泥処理 > 設備保全・安全・省エネルギー | 難易度 1

排水処理設備で重要なポンプや送風機に予備機を設ける主な理由はどれか。

- ア. 故障・点検時にも処理機能を維持し、未処理排水の流出リスクを低減するため。
- イ. 予備機があると通常運転中の保全が不要になるため。
- ウ. 予備機を設けると必ず処理能力が2倍になるため。
- エ. 予備機は運転記録を取らなくてもよいから。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：重要機器の単一故障で処理停止しないよう冗長性を確保する。

イ解説：予備機も含めて点検・試運転が必要である。

ウ解説：予備機は待機用途の場合も多く、通常能力倍増を意味しない。

エ解説：切替試験や状態管理が必要である。

総合解説：予備機は設置するだけでなく、定期試運転や切替手順の確認まで含めて信頼性を確保する。

問題 0123

維持管理・汚泥処理 > 設備保全・安全・省エネルギー | 難易度 3

老朽化した送風機の更新案を比較する際、初期費用だけでなくライフサイクルコストを考える理由として最も適切なものはどれか。

- ア. 初期費用以外の費用は設備選定後に必ずゼロになるため。
- イ. 長期間の電力費、保守費、故障リスクなどが総費用に大きく影響するため。
- ウ. 省エネ性能は処理設備の運転費に影響しないため。
- エ. 故障による処理停止の影響は費用評価に含める必要がないため。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：運転・保守費は継続して発生する。

イ解説：排水処理設備は長期間運転するため、初期費用が安くても効率や安全性が悪いと総費用が高くなる場合がある。

ウ解説：電力消費は重要な運転費である。

エ解説：信頼性や停止リスクも設備更新判断の重要要素である。

総合解説：設備更新では性能、信頼性、保全性、省エネ性、将来負荷を総合評価する。

問題 0124

維持管理・汚泥処理 > 設備保全・安全・省エネルギー | 難易度 1

嫌気性消化で得られた消化ガスの有効利用として適切なものはどれか。

- ア. 消化ガスはエネルギーを持たないため必ず全量を大気放出する。
- イ. 酸素濃度を高める目的で反応槽へ無条件に吹き込む。
- ウ. ボイラー燃料や発電等に利用し、場内エネルギー需要の一部を賄う。
- エ. 消化ガスを利用すると汚泥濃縮が不要になる。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：メタンを含み燃料として利用可能である。

イ解説：消化ガスを曝気用酸素源として扱うのは不適切である。

ウ解説：メタンを含む消化ガスはエネルギー資源として利用できる。

エ解説：ガス利用と濃縮工程は別の役割である。

総合解説：消化ガス利用ではガス精製・貯留・安全対策・発電効率等も含めてシステムとして評価する。

問題 0125

測定技術 > 採水・試料保存・流量測定 | 難易度 2

操業時間中に排水水質が大きく変動する工場で、日平均的な排水状態を把握したい。最も適切な採水計画はどれか。

- ア. 休業日の排水がない時刻に1回だけ採水する。
- イ. 最も水質が良いと予想される時刻だけを選ぶ。
- ウ. 採水時刻は操業条件と無関係に毎回変更する。
- エ. 操業・排水変動を考慮して複数回採水し、目的に応じて各試料分析または適切なコンボジット試料を用いる。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：実操業時の排水を代表しない。

イ解説：恣意的な採水となり平均状態を評価できない。

ウ解説：操業条件との関係を記録・考慮することが重要である。

エ解説：水質変動が大きい場合、単一時点の瞬間試料だけでは代表性が不足しやすい。

総合解説：採水目的を明確にし、操業状況、流量、水質変動、排水の到達時間を考慮して計画する。

問題 0126

測定技術 > 採水・試料保存・流量測定 | 難易度 1

採水後すぐに分析できない試料の取扱いとして最も適切なものはどれか。

- ア. 測定項目ごとに定められた保存条件・保存容器・保存時間に従って保管し、必要な前処理を行う。
- イ. 全項目を同じ容器・室温で無期限保存する。
- ウ. 保存条件が不明でも数週間放置し、結果を採水直後とみなす。
- エ. 保存中の沈殿や揮散などは分析値に影響しない。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：成分は時間とともに変化し得るため、試験方法で定められた保存法を守る必要がある。

イ解説：項目によって容器・温度・保存期間等が異なる。

ウ解説：試料変質により測定値の信頼性が低下する。

エ解説：成分変化が起こり得るため適切な保存が必要である。

総合解説：採水から分析までを一つの測定工程として管理し、採水時刻、保存条件、分析開始時刻を記録する。

問題 0127

測定技術 > 採水・試料保存・流量測定 | 難易度 2

排水処理施設の処理性能を評価するため、流入水と処理水の除去率を求めたい。採水地点の考え方として最も適切なものはどれか。

- ア. 流入試料は全く別工場から採り、流出試料だけ対象施設から採る。
イ. 評価対象施設の流入・流出を代表し、他系統の混入やバイパスの影響を区別できる地点を選ぶ。
ウ. 流入・流出のどちらも採水せず、設備仕様だけで実測除去率を決める。
エ. 処理後に未処理水が混入する地点だけで流入・流出を兼用する。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：同一処理系の物質収支にならない。

イ解説：除去率を評価するには同じ系境界で対応する流入・流出を測る必要がある。

ウ解説：実測評価には適切な採水が必要である。

エ解説：施設単体の性能を区別できない。

総合解説：採水地点は「何を評価するのか」に合わせて、系境界と混合状態を確認して決める。

問題 0128

測定技術 > 採水・試料保存・流量測定 | 難易度 3

水路の平均流速が0.50 m/s、流れの有効断面積が0.80 m²である。流量として正しいものはどれか。

- ア. 0.30 m³/s (流速と断面積の積以外を採る計算)
イ. 1.60 m³/s (断面積を流速で除する計算)
ウ. 0.625 m³/s (流速を断面積で除する計算)
エ. 0.40 m³/s (算定式: 流量Q=断面積A×平均流速V=0.80×0.50=0.40 m³/sである)

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：与えられた値の積と一致しない。

イ解説：断面積を流速で除しており、流量の定義と異なる。

ウ解説：流速を断面積で除した値である。

エ解説：流量Q=断面積A×平均流速V=0.80×0.50=0.40 m³/sである。

総合解説：開水路の流量は一般に断面積と平均流速から求め、複数分割する場合は各断面の流量を合算する。

問題 0129

測定技術 > 採水・試料保存・流量測定 | 難易度 2

日汚濁負荷量を精度よく求めるための流量測定と濃度測定の関係として最も適切なものはどれか。

- ア. 流量は前年の最大値、濃度は今年の最小値を組み合わせればよい。
- イ. 濃度を測れば流量は不要である。
- ウ. 流量と水質の時間変動を対応させ、できるだけ同じ時間帯のデータを組み合わせる。
- エ. 流量が変動しても濃度だけの単純平均で必ず正確な負荷量が得られる。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：異なる時点の無関係な値では実際の負荷を表さない。

イ解説：負荷量算定には流量が必要である。

ウ解説：負荷量は流量×濃度で決まるため、時間的にずれた値を組み合わせると誤差が大きくなる。

エ解説：流量加重を考慮しないと負荷を誤評価することがある。

総合解説：負荷評価では流量・濃度を同時系列で把握し、必要に応じて流量加重平均を用いる。

問題 0130

測定技術 > 採水・試料保存・流量測定 | 難易度 3

午前は排水量200 m³・濃度100 mg/L、午後は排水量800 m³・濃度25 mg/Lであった。1日の流量加重平均濃度はどれか。

- ア. 62.5 mg/L (各値を単純平均する計算)
- イ. 40 mg/L (算定式: 総負荷=(200×100+800×25)=40,000 g相当、総水量1,000 m³なので40 mg/Lとなる)
- ウ. 25 mg/L (午後データだけを代表値とする平均)
- エ. 100 mg/L (午前データだけを代表値とする平均)

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：100と25の単純平均であり、流量差を考慮していない。

イ解説：総負荷=(200×100+800×25)=40,000 g相当、総水量1,000 m³なので40 mg/Lとなる。

ウ解説：午後の濃度だけを採用している。

エ解説：午前の濃度だけを採用している。

総合解説：流量変動が大きい場合、単純平均より流量加重平均の方が期間負荷を代表しやすい。

問題 0131

測定技術 > 採水・試料保存・流量測定 | 難易度 1

採水・分析時のコンタミネーション（汚染）を防ぐ基本的な対応として適切なものはどれか。

- ア. 前回の未知試料が残った容器を洗浄せず再使用する。
- イ. 容器の材質や洗浄方法はどの分析でも一切関係しない。
- ウ. 試料ラベルを付けず、後で外観だけで識別する。
- エ. 測定項目に適した清浄な容器を使用し、採取・保存・移送時の汚染源を管理する。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：クロスコンタミネーションの原因になる。

イ解説：測定対象によって吸着・溶出等の影響があり得る。

ウ解説：取り違い防止のため適切な識別・記録が必要である。

エ解説：容器や器具からの汚染は低濃度分析ほど大きな誤差要因となる。

総合解説：採水品質は分析室だけでなく、容器準備・採取・輸送・保管の全工程で確保する。

問題 0132

測定技術 > 採水・試料保存・流量測定 | 難易度 2

瞬間的な最大濃度を把握する目的と、1日平均的な負荷を把握する目的の採水方法の組合せとして最も適切なものはどれか。

- ア. どちらの目的でも必ず同じ1本の瞬間試料だけを使う。
- イ. 瞬間最大濃度は1日分を均一混合した試料だけで評価する。
- ウ. 平均負荷は最も濃度の高い瞬間試料だけで評価する。
- エ. 瞬間最大濃度には適切な時点の瞬間試料、平均負荷には時間・流量変動を反映した複数試料またはコンボジットを用いる。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：平均負荷評価では代表性不足となりやすい。

イ解説：ピークが平滑化され、最大濃度を捉えにくい。

ウ解説：平均負荷を過大評価する可能性がある。

エ解説：測定目的に応じて時間分解能と代表性の異なる採水方式を使い分ける。

総合解説：採水方式は規制目的、工程管理、負荷量算定など評価目的に合わせて選ぶ。

問題 0133

測定技術 > pH・BOD・COD・SS等の測定 | 難易度 2

pH 5の水とpH 6の水を比較した説明として正しいものはどれか。

- ア. pH 5の方が水素イオン活量は1.2倍大きい。
- イ. pH 6の方が水素イオン活量は10倍大きい。
- ウ. pH 5と6では水素イオン活量は同じである。
- エ. pH 5の方が水素イオン活量は概ね10倍大きい。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：pHは線形尺度ではない。

イ解説：pHが低いほど水素イオン活量は大きい。

ウ解説：1 pH単位の差は無視できない。

エ解説：pHは水素イオン活量の常用対数に基づく尺度で、1単位の差は約10倍の差に相当する。

総合解説：pHの算術平均や単純差をそのまま酸・アルカリ量へ読み替えないことが重要である。

問題 0134

測定技術 > pH・BOD・COD・SS等の測定 | 難易度 2

pH計で試料を測定する前に標準緩衝液で校正を行う主な目的はどれか。

- ア. 電極・計器の応答を既知のpHに合わせ、測定値の正確さを確認・調整するため。
- イ. 標準液を試料に混ぜて試料pHを中性にするため。
- ウ. 校正すると全ての試料のpHが同じ値になるため。
- エ. 校正は電極を洗浄しなくても汚染の影響を完全に消すため。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：pH電極は経時変化や温度等の影響を受けるため、標準液による校正が重要である。

イ解説：校正液は計器校正に用い、試料を改変するためではない。

ウ解説：試料ごとのpHを正しく測るための操作である。

エ解説：電極の適切な洗浄・管理も必要である。

総合解説：pH測定では校正、電極状態、温度、試料の代表性を管理する。

問題 0135

測定技術 > pH・BOD・COD・SS等の測定 | 難易度 1

BOD5の説明として最も適切なものはどれか。

- ア. 試料中の浮遊物質をろ紙で量った乾燥重量である。
- イ. 試料の電気伝導率を5日間積算した値である。
- ウ. 水中の全ての有機物を瞬時に完全燃焼させて測る炭素量である。
- エ. 試料中の生分解性物質等によって一定条件下で5日間に消費される溶存酸素量を指標とする。

解答・全4肢解説

- 正答：エ
- ア解説：これはSS測定の方法である。
- イ解説：BODの定義ではない。
- ウ解説：これはBODではなく、TOC等とも異なる説明である。
- エ解説：BODは微生物の作用等による酸素消費を利用した有機汚濁指標で、標準的に20℃・5日間で測定される。
- 総合解説：BODは生物反応に依存するため、毒性物質、植種、希釈、硝化等が測定結果へ影響し得る。

問題 0136

測定技術 > pH・BOD・COD・SS等の測定 | 難易度 2

高濃度有機排水のBOD測定で適切な希釈が必要となる主な理由はどれか。

- ア. 希釈すれば元試料のBODを計算する必要がなくなるため。
- イ. 培養後にも測定可能な溶存酸素が残るようにし、酸素消費量を適切な範囲で求めるため。
- ウ. 希釈すると試料中の有機物が化学的に消失するため。
- エ. 希釈率が高いほど必ず測定精度が無限に向上するため。

解答・全4肢解説

- 正答：イ
- ア解説：希釈倍率を考慮して元試料のBODを算出する。
- イ解説：高濃度試料をそのまま培養するとDOが枯渇し、正確な酸素消費量を評価できない場合がある。
- ウ解説：希釈は有機物量を除去する操作ではない。
- エ解説：適切な範囲を外れる過度な希釈は測定精度を低下させ得る。
- 総合解説：BOD測定では適切な希釈系列を設定し、DO消費が測定可能範囲に入る条件を選ぶ。

問題 0137

測定技術 > pH・BOD・COD・SS等の測定 | 難易度 3

10倍に希釈した試料について、培養前DOが8.5 mg/L、5日後DOが5.0 mg/Lであった。植種補正等を見捨てるとき、元試料のBODとして最も近いものはどれか。

ア. 3.5 mg/L (希釈倍率を掛け戻さない計算)

イ. 35 mg/L (算定式: 希釈試料のDO消費は3.5 mg/Lで、10倍希釈なので元試料換算は $3.5 \times 10 = 35$ mg/Lである)

ウ. 13.5 mg/L (各値を単純加算する計算)

エ. 85 mg/L (培養前DOだけに希釈倍率を掛ける計算)

解答・全4肢解説

正答: イ

ア解説: 希釈倍率を掛け戻していない。

イ解説: 希釈試料のDO消費は3.5 mg/Lで、10倍希釈なので元試料換算は $3.5 \times 10 = 35$ mg/Lである。

ウ解説: 培養前後DOを加算しておりBOD計算ではない。

エ解説: 培養前DOに希釈倍率を掛けた値であり、酸素消費量を使っていない。

総合解説: 実際のBOD試験では希釈倍率に加え、必要に応じ植種やブランク等の条件も考慮する。

問題 0138

測定技術 > pH・BOD・COD・SS等の測定 | 難易度 2

同一の処理水についてBODとCODを測定したところ値が一致しなかった。この結果の説明として最も適切なものはどれか。

ア. BODは主に生物学的な酸素消費を利用し、CODは酸化剤による化学的酸化に要する酸素相当量を測る。

イ. BODとCODは同じ試験を別名で呼んでいるだけである。

ウ. CODは微生物を5日間培養して測定する。

エ. BODはろ紙に残った固形物の重量だけを測定する。

解答・全4肢解説

正答: ア

ア解説: 両者は有機汚濁の指標だが測定原理が異なり、同じ試料でも値が一致するとは限らない。

イ解説: 測定原理が異なる。

ウ解説: 5日培養はBODの代表的条件である。

エ解説: それはSSの測定原理である。

総合解説: BOD/COD比は生分解性の参考となることがあるが、排水組成や分析条件も踏まえて解釈する。

問題 0139

測定技術 > pH・BOD・COD・SS等の測定 | 難易度 2

COD測定で試料を入れない空試験（ブランク）を行う主な目的はどれか。

- ア. 空試験値を試料濃度としてそのまま報告するため。
- イ. 試薬や操作自体による酸化剤消費などの背景値を把握し、試料の測定値を補正・確認するため。
- ウ. 試料を分析しなくてもCODが分かるようにするため。
- エ. ブランクが高いほど測定精度が必ず高いことを示すため。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：空試験は試料濃度ではない。

イ解説：分析系由来の寄与を区別することで結果の信頼性を高める。

ウ解説：空試験だけでは試料のCODは得られない。

エ解説：高いブランクは汚染や試薬由来の影響を疑う要因となる。

総合解説：空試験はCODに限らず、分析工程由来の汚染・背景を確認する重要なQA/QC手段である。

問題 0140

測定技術 > pH・BOD・COD・SS等の測定 | 難易度 1

SS（浮遊物質量）の測定原理として最も適切なものはどれか。

- ア. 水中の溶解塩を全て蒸留して体積を測る。
- イ. 微生物による5日間の酸素消費量を測る。
- ウ. pH電極の電位差だけから固形物重量を算出する。
- エ. 一定条件で試料をろ過し、ろ材上に捕捉された固形物を乾燥して質量から濃度を求める。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：SSは溶解塩の体積測定ではない。

イ解説：これはBODの原理である。

ウ解説：pH測定からSS質量を直接求めることはできない。

エ解説：SSは水中の懸濁性固形物をろ過・乾燥・秤量して評価する。

総合解説：SS測定ではろ材の前処理、乾燥・秤量、試料量などを適切に管理する。

問題 0141

測定技術 > pH・BOD・COD・SS等の測定 | 難易度 3

500 mLの試料をろ過したところ、乾燥後のろ材質量増加が25 mgであった。SS濃度として正しいものはどれか。

- ア. 12.5 mg/L (試料量を2 Lとして換算する計算)
- イ. 50 mg/L (算定式: $25 \text{ mg} \div 0.500 \text{ L} = 50 \text{ mg/L}$ である)
- ウ. 25 mg/L (捕捉質量を1 L当たり濃度として扱う計算)
- エ. 500 mg/L (別の単位換算係数を用いる計算)

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：試料量を誤って2 Lとして計算した値に相当する。

イ解説： $25 \text{ mg} \div 0.500 \text{ L} = 50 \text{ mg/L}$ である。

ウ解説：捕捉質量をそのまま1 L当たりとみなしている。

エ解説：試料体積の単位換算を誤っている。

総合解説：SS濃度は捕捉固形物質量をろ過した試料体積で除して求める。

問題 0142

測定技術 > pH・BOD・COD・SS等の測定 | 難易度 2

採水後の時間経過で値が変化しやすい項目について、現場測定または迅速測定が重視される理由として最も適切なものはどれか。

- ア. 現場測定なら校正や品質管理が不要になるため。
- イ. 採水後の試料は時間が経つほど必ず元の状態へ戻るため。
- ウ. 温度変化、ガス交換、生物・化学反応などで採水時の状態から変化する可能性があるため。
- エ. 全項目は採水から何日経っても全く変化しないため。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：現場機器でも校正・点検が必要である。

イ解説：時間経過で変質する可能性がある。

ウ解説：pH、DO等は採水後の保存・移送中に変化し得るため、目的に応じて現場測定が重要となる。

エ解説：項目ごとに安定性が異なる。

総合解説：分析方法を選ぶ際は、試料の安定性と保存条件を含めて測定系全体を設計する。

問題 0143

測定技術 > 窒素・りん・TOC・精度管理 | 難易度 2

全窒素（T-N）の説明として最も適切なものはどれか。

- ア. 硝酸性窒素だけを表す。
- イ. りん化合物の総量を窒素換算した値である。
- ウ. SSだけを窒素量として換算した値である。
- エ. アンモニア性窒素、亜硝酸性・硝酸性窒素、有機態窒素などを含む窒素の総量を表す指標である。

解答・全4肢解説

- 正答：エ
- ア解説：T-Nは硝酸性窒素だけではない。
- イ解説：窒素とりんは別の元素である。
- ウ解説：溶解性・懸濁性の窒素形態を含み得る。
- エ解説：T-Nは特定の一形態だけでなく、試料中の窒素全体を評価するために用いる。
- 総合解説：窒素除去評価ではT-Nに加え、NH4-N、NO2-N、NO3-N等の形態別測定が原因解析に役立つ。

問題 0144

測定技術 > 窒素・りん・TOC・精度管理 | 難易度 3

生物学的窒素除去設備で、処理水のNH4-Nは低いけどNO3-Nが高く、T-Nも高い状態が続いている。最も考えやすい状況はどれか。

- ア. 硝化は進んでいるが、脱窒が十分でない。
- イ. 硝化が全く起こっていない。
- ウ. 全窒素が完全に除去されている。
- エ. りん除去だけが不十分であることを直接示している。

解答・全4肢解説

- 正答：ア
- ア解説：アンモニアが硝酸へ酸化されている一方、硝酸を窒素ガスへ還元する脱窒が不足している状態と整合する。
- イ解説：NH4-Nが低くNO3-Nが高いことと矛盾する。
- ウ解説：T-Nが高いので完全除去ではない。
- エ解説：示されているのは窒素形態の情報である。
- 総合解説：形態別窒素を測ると、硝化段階と脱窒段階のどちらに問題があるかを切り分けやすい。

問題 0145

測定技術 > 窒素・りん・TOC・精度管理 | 難易度 2

全りん（T-P）を測定する主な目的として適切なものはどれか。

- ア. 水中の酸素だけを測定する。
- イ. pHの対数値をりん濃度へ換算する。
- ウ. 全りんが高いほど必ずBODがゼロになることを確認する。
- エ. 溶解性・懸濁性を含む試料中のりん総量を把握し、富栄養化対策や処理性能を評価する。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：T-Pはりんの指標である。

イ解説：pHから全りんを直接算出できない。

ウ解説：そのような必然関係はない。

エ解説：りんは富栄養化に関係する重要な栄養塩で、総量管理には全りん測定が用いられる。

総合解説：りん処理の評価ではT-Pだけでなく、必要に応じて溶解性りんやSSとの関係も確認する。

問題 0146

測定技術 > 窒素・りん・TOC・精度管理 | 難易度 2

TOC（全有機炭素）の測定で無機炭素の影響を除く必要がある理由として最も適切なものはどれか。

- ア. 無機炭素は全てSSと同義だから。
- イ. 無機炭素を残すほど必ずTOCが真値に近づくから。
- ウ. 炭酸塩や炭酸水素塩などの無機炭素を有機物由来の炭素と区別して定量するため。
- エ. TOCは窒素濃度だけを測る分析だから。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：無機炭素とSSは異なる概念である。

イ解説：無機炭素の寄与を区別しないと有機炭素を過大評価し得る。

ウ解説：TOCは有機炭素を評価する指標なので、無機炭素を分離または補正する必要がある。

エ解説：TOCは炭素の指標である。

総合解説：TOCは有機物量を炭素量として直接的に捉える指標で、BOD・CODとは測定原理が異なる。

問題 0147

測定技術 > 窒素・りん・TOC・精度管理 | 難易度 1

機器分析で検量線を作成する主な目的はどれか。

- ア. 既知濃度の標準液に対する装置応答との関係を求め、未知試料の濃度を定量するため。
- イ. 未知試料を標準液として扱い、濃度を任意に決めるため。
- ウ. 分析装置の電源を切るため。
- エ. 採水地点を決めるためだけに用いる。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：標準液と応答の関係をを用いて試料の測定信号を濃度へ換算する。

イ解説：既知濃度の標準が必要である。

ウ解説：検量線の目的ではない。

エ解説：採水計画とは別の分析定量操作である。

総合解説：検量線は測定範囲、直線性、標準液の品質等を確認して適切に作成する。

問題 0148

測定技術 > 窒素・りん・TOC・精度管理 | 難易度 3

水質分析のQA/QCで、操作ブランクと既知濃度の管理試料を併用する意義として最も適切なものはどれか。

- ア. ブランクで汚染・背景を確認し、管理試料で回収・精度や測定系の妥当性を確認できる。
- イ. どちらも試料を採水しなくてよくするための代替手段である。
- ウ. ブランクが高いほど管理試料の濃度を上げれば問題が消える。
- エ. 管理試料の結果が外れても実試料だけ報告すればよい。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：異なるQC試料を組み合わせることで、汚染と測定性能を別々に監視できる。

イ解説：実試料の測定は別途必要である。

ウ解説：高ブランクの原因を特定・是正する必要がある。

エ解説：QC不適合時は原因調査や再測定を検討する。

総合解説：分析品質は標準作業手順、校正、ブランク、管理試料、重複測定、記録等を体系的に運用して確保する。

問題 0149

測定技術 > 窒素・りん・TOC・精度管理 | 難易度 2

測定結果が分析法の定量下限付近にある場合の取扱いとして最も適切なものはどれか。

- ア. 定量下限より低い値でも十分な精度で確定値として必ず報告する。
- イ. 定量下限は分析結果の信頼性と無関係である。
- ウ. 定量下限と測定不確かさを意識し、方法の性能範囲内であるか確認して解釈・報告する。
- エ. 定量下限付近ではブランクや校正の確認は不要になる。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：方法の定量性能を超える場合は数値の信頼性が保証できない。

イ解説：低濃度測定のための重要な性能指標である。

ウ解説：低濃度域では相対誤差が大きくなりやすく、方法の検出・定量性能を踏まえた評価が必要である。

エ解説：むしろ低濃度ほど汚染・背景の影響が相対的に大きい。

総合解説：規制値や工程管理値と比較する際も、分析法の定量性能を確認したうえで判断する。

問題 0150

測定技術 > 窒素・りん・TOC・精度管理 | 難易度 3

同じ試料を繰り返し測定すると値同士はよく一致するが、認証標準物質の認証値から大きくずれている。最も適切な評価はどれか。

- ア. 正確さも再現性も必ず良好である。
- イ. 再現性は良いが、系統誤差により正確さが不足している可能性がある。
- ウ. 値が一致しているので校正や標準液は一切確認不要である。
- エ. 測定値のばらつきが大きいことだけを示している。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：認証値との大きなずれがあるため正確さは良好とはいえない。

イ解説：測定値が互いに近いことは精度（ばらつき）の良さを示すが、真値とのずれは正確さの問題である。

ウ解説：系統誤差の原因として校正・標準液等を確認すべきである。

エ解説：提示条件では繰り返し値はよく一致している。

総合解説：QA/QCでは「ばらつきの小ささ」と「真値への近さ」を区別して管理する。