

主任管理者

試験時間 14:20～15:20(途中退出不可) 全20問

答案用紙記入上の注意事項

この試験はコンピューターで採点しますので、答案用紙に記入する際には、記入方法を間違えないように特に注意してください。以下に示す答案用紙記入上の注意事項をよく読んでから記入してください。

- (1) 答案用紙には、氏名、受験番号を記入してください。

さらにその下のマーク欄の該当数字にマークしてください。

最初の2桁はあらかじめ印字されています。

受験番号やマークが誤っている場合及び無記入の場合は、採点されません。

- (2) 答案用紙には、HB 又は B の鉛筆(シャープペンシル可)で濃くマークしてください。

(3) 試験は、多肢選択方式の五者択一式で、**解答は、1問につき1個だけ選んでください**。したがって、1問につき2個以上選択した場合には、その問いについては零点になります。

① 解答は、次の例にならって、答案用紙の所定の欄に記入してください。

(記入例)

問 次のうち、日本の首都はどれか。

(1) 京 都 (2) 名古屋 (3) 大 阪 (4) 東 京 (5) 福 岡

答案用紙には、下記のように正解と思う欄の枠内を **HB 又は B の鉛筆(シャープペンシル可)** でマークしてください。

〔 1 〕 〔 2 〕 〔 3 〕  〔 5 〕

② マークする場合、〔 〕の枠いっぱいに、はみ出さないように  のようにしてください。

(良い例) 〔 1 〕 〔 2 〕 〔 3 〕  〔 5 〕

③ 塗りつぶしが薄い、解答に消し残しがある場合は、解答したことにならないので注意してください。

(悪い例) ~~〔 1 〕~~ ~~〔 2 〕~~ ~~〔 3 〕~~ ~~〔 4 〕~~ ~~〔 5 〕~~

④ 記入を訂正する場合には「良質の消しゴム」でよく消してください。

⑤ 答案用紙は、折り曲げたり汚したりしないでください。

以上の記入方法の指示に従わない場合には採点されませんので、特に注意してください。

この試験問題では、関係法令及び JIS に関しては、特に断りがない限り、本年4月1日現在、施行されているものとします。

問1 汚水等処理計画における工場内対策で留意すべき事項として、最も不適切なものはどれか。

- (1) 排水処理の大原則は、適正な工程管理により可能な限り処理前の水量・汚染状態を低減させることである。
- (2) 設計段階において、製造排水、冷却排水、及び衛生排水は系統を分けておく。
- (3) プロセス技術者は工場の生産プロセスを製品の品質のみを考慮して設計することに、水処理技術者は出てくる排水を効率的に処理することにのみそれぞれ専念すべきである。
- (4) 洗浄工程においては、バッチ洗浄を向流洗浄に変えることで、洗浄排水を大きく減らすことができる。
- (5) 製品になるべき成分が排水中に出ている場合は、製品の歩留まりを向上させることにより、排出される汚濁物質量を減らすことができる。

問2 粒子の沈降速度に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 粒子の終末沈降速度は、粒子に働く抵抗力と浮力の和が重力と等しくなった時点からの沈降速度を指す。
- (2) 沈降速度は、レイノルズ数によって、ニュートンの式、アレンの式、ストークスの式のいずれかの式で表される。
- (3) 排水処理で取り扱う粒子は、一般に直径も沈降速度も小さく、ほとんどストークスの式に従うと考えてよい。
- (4) ストークスの式では、粒子の沈降速度は、粒子の直径に比例する。
- (5) 実用的には沈降速度分布を測定するとよい。

問3 凝集剤の特性と選定に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 無機凝集剤である硫酸アルミニウムを水に溶かすと、水中のアルカリが消費されることで水の pH は低下する。
- (2) 凝集効果を高めるためには、酸またはアルカリを併用して pH を調整することがあり、凝集に適した pH は排水の種類や凝集剤によって異なる。
- (3) 高分子凝集剤は、長い鎖状の分子構造を持ち、少量の添加量でコロイド粒子に凝集効果があり、大きなフロックができるという特徴がある。
- (4) 陽イオン性ポリマーによる凝集効果は、主に正に帯電している懸濁粒子の表面電荷の中和によるものと考えられている。
- (5) 凝集剤の選定基準として、処理しやすいフロックを生じることのほか、沈降した汚泥(スラッジ)の体積が小さく、濃縮・脱水などの特性が優れていることが重要である。

問4 清澄ろ過のろ過抵抗に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 水がろ材層を通過するときに生じる水頭差はろ過損失水頭と呼ばれ、ろ過時間の経過とともに減少する。
- (2) コゼニー-カルマンの式では、清浄ろ層のろ過抵抗は、ろ過速度に比例する。
- (3) コゼニー-カルマンの式における空隙率は、通常の砂では 0.40 ～ 0.50 の範囲にある。
- (4) ろ過の継続とともに懸濁物質がろ層に抑留されると、次第に空隙率は減少する。
- (5) 下向流ろ過の場合、抑留懸濁物の総量が同じでも、ろ層の表層部だけに懸濁物が集中して抑留されると、ろ過抵抗の上昇は急速になる。

問5 pH調節操作及び金属イオンを含む排水の処理に関する記述として、正しいものはどれか。

- (1) 水酸化カルシウムは粉末であり、溶解度が小さいので、攪拌機付き注入装置を要する。
- (2) 炭酸カルシウムは水酸化カルシウムに比べると、溶解度、反応性ともに大きい。
- (3) 二酸化炭素は、硫酸に比べて反応速度が大きく、取扱いに注意が必要である。
- (4) 銅、マンガンなどは両性元素であり、それらの水酸化物は過剰な水酸化物イオンと反応して再溶解する。
- (5) Fe^{3+} は pH10 程度以上まで上げないと十分に除去されないが、中和時に空気を吹き込んで Fe^{3+} を Fe^{2+} にすると、pH4 付近ではほぼ完全に除去される。

問6 塩素による酸化に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 遊離塩素には、 Cl_2 、 HClO 及び ClO^- が含まれる。
- (2) 塩素の酸化力は、主として HClO によるものと考えられている。
- (3) アンモニアを含む水に塩素を入れていくと、残留塩素は増加したのち、不連続点(break point)と呼ばれる点に向かって減少していく。
- (4) アンモニアを含む水に塩素を入れていくと、残留塩素は不連続点までは主に遊離塩素として存在する。
- (5) 不連続点塩素処理とは、不連続点に相当する量以上の塩素を加える処理をいう。

問7 汚泥脱水に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 排水処理は、一面からみれば排水中の溶解性又は浮遊性の成分を分離濃縮する技術であるから、ほとんどの場合、汚泥の発生を伴う。
- (2) 汚泥を最終的に処分するために、その目的に応じて脱水、乾燥などの方法によって処理することが必要である。
- (3) 一般に、沈殿分離によって発生する汚泥の固形物濃度は2 wt%以下のものが多く、まだ流動性を有し、固体としての取扱いができないので、これを脱水することが必要である。
- (4) 脱水される水量当たりの費用は、機械的な脱水(ろ過、遠心分離など)よりも、熱による脱水(蒸発、乾燥)のほうが高い。
- (5) ろ過助剤の添加は、汚泥中の微粒子を凝集して粗大粒子とすることにより、ろ過の比抵抗を下げる方法で、前処理として広く用いられている。

問8 排水の生物処理工程に関する記述として、最も適切なものはどれか。

- (1) スクリーンや浮上・沈降分離装置などによって、溶解性の窒素とリンが除去される。
- (2) 調整槽では、水質・水量的な均一化が図られ、同時に溶解性有機物の除去が行われる。
- (3) 反応槽や、微生物(活性汚泥)を固液分離する沈殿槽などで構成されている。
- (4) 循環式硝化脱窒素法は、SS とリンを同時に除去する方法である。
- (5) 油分の除去については、嫌気好気活性汚泥法などが開発されており、高度処理と位置付けられている。

問9 BOD 240 mg/L, 流量 140 m³/日の排水を曝気槽容量 80 m³ の活性汚泥法で処理する場合, 汚泥負荷(kgBOD/(kgMLSS・日))はいくらか。ただし, SV₃₀(30 分間静置後の汚泥体積)は 280 mL/L, SVI(汚泥容量指標)は 140 mL/g であった。なお, MLSS は以下の式で求められる。

$$\text{MLSS} = \frac{\text{SV}_{30}}{\text{SVI}}$$

- (1) 0.15 (2) 0.21 (3) 0.25 (4) 0.30 (5) 0.34

問10 好気処理の活性汚泥法と嫌気処理のメタン発酵法の特徴を表に示した。この表中の(A)～(C)に入るべき数値の組合せとして, 最も適切なものはどれか。

項目	活性汚泥法	メタン発酵法	
		慣用法	UASB 法
対象排水濃度	低～中濃度	高濃度	中～高濃度
水理学的滞留時間(日)	～ 1	(B)	1 ～ 3
MLSS(mg/L)	2000 ～ 5000	10000 程度	(C)
汚泥沈降性(mm/s)	(A)	1 程度	10 ～ 20
臭気	少	有	有
所要動力	大	小	小

- | (A) | (B) | (C) |
|------------|---------|----------|
| (1) 0.2 程度 | 4 ～ 7 | 10000 程度 |
| (2) 0.2 程度 | 4 ～ 7 | 50000 程度 |
| (3) 0.2 程度 | 10 ～ 30 | 10000 程度 |
| (4) 2 程度 | 1 ～ 2 | 10000 程度 |
| (5) 2 程度 | 10 ～ 30 | 50000 程度 |

問11 メタン発酵処理の基本的な操作条件に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 有機物負荷は、排水中の有機物とメタン発生量の比に基づくもので、発酵槽容積の決定をはじめ運転管理上でも特に重要な因子である。
- (2) メタン生成菌の最適 pH は中性付近にあり、実際の運転では、有機酸やアンモニアなどの阻害性とも関連し、最適 pH は 6 ～ 8 の範囲内にある。
- (3) メタン発酵法には、中温発酵法と高温発酵法とがあり、高温発酵法は中温発酵法よりも高い処理能力を持つといわれる。
- (4) メタン発酵プロセスの中間生成物である酢酸、プロピオン酸、酪酸などの低級脂肪酸は、高濃度になるとメタン生成菌の活性低下を生じさせる。
- (5) メタン発酵槽に流入する原水中のたんぱく質の分解によりアンモニアが生成する。

問12 二次脱窒素槽を有する循環式硝化脱窒素法における脱窒素工程に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 脱窒素槽では、還元的な雰囲気を保つよう、曝気は行わない。
- (2) 一次脱窒素槽に流入した排水は、返送汚泥及び硝化槽から循環される硝化液と混合される。
- (3) 一次脱窒素槽では、主に内生呼吸型脱窒素反応が生じ、亜硝酸や硝酸が窒素ガスに転換される。
- (4) 循環硝化液量は、窒素除去量に影響を与える重要な因子の一つであり、通常、硝化槽出口流量の 50 ～ 70 % 程度で運転される。
- (5) 二次脱窒素槽は、残存する亜硝酸や硝酸を除去するために設けられ、除去率を上げるために、メタノールなどが添加されることもある。

問13 有機性排水の処理における貯留槽とその維持管理に関する記述中、(ア)～(エ)の の中に挿入すべき語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

密閉状態に近い貯留槽では、排水が (ア) となり (イ) が発生し、これがスラブや壁面で結露した水滴に溶け込み、さらに (ウ) により (エ) を生じて、コンクリートを激しく腐食する。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	嫌気性	アンモニア	窒素還元細菌	硝酸
(2)	嫌気性	硫化水素	硫黄酸化細菌	硫酸
(3)	嫌気性	硫酸	硫黄還元細菌	硫化水素
(4)	好気性	アンモニア	窒素酸化細菌	硝酸
(5)	好気性	二酸化炭素	メタン発酵細菌	炭酸

問14 生物的硝化脱窒素法とその維持管理に関する記述として、不適切なものはどれか。

- (1) 硝化細菌は増殖速度が遅いので、処理系内で安定的に増殖できるよう、汚泥滞留時間(SRT)を標準活性汚泥法より長めに維持する。
- (2) 硝化槽の溶存酸素濃度は、BOD 除去の場合より低めが望ましい。
- (3) 硝化槽では pH が低下するので、アルカリ剤の添加が必要となる場合がある。
- (4) 亜硝酸態窒素と硝酸態窒素が窒素に還元される脱窒素槽では OH^- が生成し、pH が上昇する傾向にある。
- (5) 脱窒素には硝酸態窒素のおおよそ 3 倍量の BOD を必要とするので、排水中に含まれる BOD を利用するときは、硝化した液の脱窒素槽への返送量を調整する。

問15 水質測定用の試料を採取する際、試料容器としてプラスチック容器を用いることが適切でない測定項目はどれか。

- (1) pH
- (2) 全窒素
- (3) ヘキサン抽出物質
- (4) BOD
- (5) COD

問16 生物化学的酸素消費量(BOD)の概念に関する語句、または検定に使用される溶液として、最も不適切なものはどれか。

- (1) 好気性微生物
- (2) 有機物
- (3) 酸化分解
- (4) 過マンガン酸カリウム溶液
- (5) 植種希釈水

問17 浮遊物質(SS)に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

浮遊物質(SS)は、網目 1 mm ⁽¹⁾のふるいを通過した試料の適量を孔径 1 μm ⁽²⁾のガラス繊維ろ紙 ⁽³⁾でろ過したときに、ろ紙上に捕捉される物質で、その物質を水洗後、105 ~ 110 ℃ ⁽⁴⁾で 2 時間加熱乾燥し、デシケーター ⁽⁵⁾中で放冷した後の質量を測定し、試料 1 L 中の mg で表す。

問18 生態系モデルにおける植物プランクトンの増殖に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 最大可能比増殖速度は、温度の関数となっている。
- (2) 水中での光強度は、ランバート-ベールの法則に従って計算される。
- (3) 栄養塩の摂取については、ミハエリス-メンテンの式が使われている。
- (4) 植物プランクトンの増殖は、最大可能比増殖速度、光制限の項、栄養塩制限の項の和の形で計算される。
- (5) 栄養塩の摂取については、制限の強い栄養塩濃度を選ぶリービッヒの最小律を採用している。

問19 開放循環式冷却水系の濃縮倍数を3にして運転したい。循環水量に対する蒸発水量1.0%，飛散水量0.2%と推定された場合、ブロー水量の容量割合(%)として適切なものはどれか。

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

問20 製油所からのプロセス排水の処理フローとして、最も適切なものはどれか。



