

8 汚水処理特論

(平成 22 年度)

水質第 1 種～第 4 種

試験時間 12:45～14:00

退出可能時間 13:10～13:50

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。以下に答案用紙記入上の注意事項を記しますから、よく読んでください。

(1) 答案用紙には氏名、受験番号を記入することになりますが、受験番号はそのままコンピューターで読み取りますので、受験番号の各桁の下の欄に示す該当数字をマークしてください。

(2) 記入例

受験番号 1000102479

氏名 日本太郎

このような場合には、次のように記入してください。

氏名	日本太郎								
受 験 番 号									
1	0	0	0	1	0	2	4	7	9
<input type="checkbox"/>	(1)	(1)	(1)	<input type="checkbox"/>	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	<input type="checkbox"/>	(2)	(2)	(2)
(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)
(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	<input type="checkbox"/>	(4)	(4)
(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)
(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	<input type="checkbox"/>	(7)
(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)
(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	<input type="checkbox"/>
(0)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(0)	<input type="checkbox"/>	(0)	(0)	(0)	(0)

(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。

(4) 答案の採点は、コンピューターを利用して行いますから、解答の作成に当たっては、次の点に注意してください。

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 の鉛筆でマーク**してください。

〔 1 〕 〔 2 〕 〔 3 〕 ~~〔 4 〕~~ 〔 5 〕

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

③ 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。

④ 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。

問1 無機性排水の処理方法の選定に関する記述として、不適切なものはどれか。

- (1) 浮遊物質が多い排水を静置沈殿したところ、数時間以内で浮遊物質が目的の値以下になったので、自然沈殿法の採用を検討する。
- (2) 静置沈殿では、浮遊物質が目的の値以下にならなかったので、凝集沈殿を試みる。
- (3) 浮遊物質を除去した後でも有害物質を含有していたので、pH調整、酸化、還元などの化学的方法を検討する。
- (4) pH調整、酸化、還元を試みても、処理水に有害物質が残るので、吸着やイオン交換などを検討する。
- (5) 油分を含む排水で、静置浮上で遊離油を分離しても油分が目的値以下にならないことから、逆浸透法を検討する。

問2 長さ20 m、深さ5 mの横流式沈殿池に、濁水が平均流速0.2 m/minで流入しているとき、懸濁粒子けんたつきの除去率(%)として適切なものはどれか。ただし、沈殿池全体で水の流れは平行かつ均一であり、懸濁粒子の沈降速度は2 cm/minで一定とする。

- (1) 20 (2) 40 (3) 60 (4) 80 (5) 100

問3 凝集分離に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 凝集剤として硫酸アルミニウムを用いるとき、凝集に適した pH は 9～11 である。
- (2) 凝集剤として塩化鉄(III)を用いるとき、使用条件が悪いと処理水が着色することがある。
- (3) 非イオン性のポリマーは、無機凝集剤と併用されることが多い。
- (4) フロック形成速度に関する G 値は、単位体積当たりの動力量より計算される。
- (5) 接触凝集沈殿装置では、原水の水温に変動があると高濃度のスラリーが流出することがある。

問4 ジャーテストに関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ビーカーに一定量の試料を採水する。
- (2) 所定位置にビーカーをセットし、その後攪拌軸かくはんをセットする。
- (3) 攪拌羽根を回転させながら、使用する薬品を所定濃度となるように添加する。
- (4) 微小フロックを形成させるために緩速攪拌し、次いでフロックの成長を図るために急速に攪拌する。
- (5) 攪拌を停止し、攪拌羽根を引き抜いた後、直ちにフロックの状態や沈降の様子を観察し記録する。

問5 API オイルセパレーターにおいて、直径が 0.010 cm、密度が 0.90 g/cm³ の油滴の上昇速度は 0.054 cm/s である。直径が 0.020 cm、密度が 0.80 g/cm³ の油滴の上昇速度(cm/s)に最も近いものはどれか。ただし、水の密度及び粘度は、それぞれ 1.0 g/cm³ 及び 0.01 g・cm⁻¹・s⁻¹ とする。

- (1) 0.014 (2) 0.018 (3) 0.11 (4) 0.22 (5) 0.43

問6 清澄ろ過に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ろ材空隙くうげきに比べて小さい懸濁粒子けんだくも捕捉される。
- (2) 砂ろ過機としては、1サイクルのろ過水収量が大きく、洗浄水量の少ないものがよい。
- (3) 重力式分離で除去し得なかった懸濁物質を除去する。
- (4) ろ過砂の粒度が不ぞろいなものほど均等係数が大きくなり、ろ材として好ましい。
- (5) 多層ろ過では、密度と粒径の異なる数種のろ材を使用する。

問7 pH 調節に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 水中の水素イオンのモル濃度と水酸化物イオンのモル濃度の積は、温度が同じであれば、pH に関係なく一定の値になる。
- (2) 金属水酸化物 $M(OH)_n$ の溶解度積は、水酸化物イオンのモル濃度の n 乗と金属イオンのモル濃度の積である。
- (3) Fe^{2+} は、そのまま水酸化物として沈殿させるよりも、酸化して Fe^{3+} とした後水酸化物とすると、低い pH で処理できる。
- (4) 両性化合物の金属水酸化物は、高 pH で過剰の水酸化物イオンと反応して金属錯イオンとなり、再溶解する。
- (5) アルミニウム、鉛、亜鉛の水酸化物は両性化合物であるが、クロムの水酸化物は両性化合物ではない。

問8 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) 金属イオンを含む排水に酸を加えると、水酸化物の沈殿を生じる。
- (2) 金属の水酸化物の溶解度積は、pH によって変化する。
- (3) 金属イオンの溶解度 $[M^{n+}]$ と pH との間には、直線関係が成立する。
- (4) Fe^{3+} は、pH を 9 ~ 10 まで上げないと十分に除去されない。
- (5) 亜鉛の水酸化物は、高い pH で再溶解するので注意が必要である。

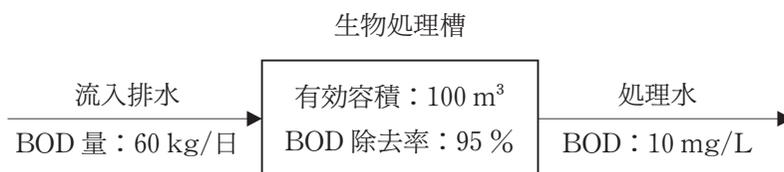
問9 吸着平衡を表すフロイントリッヒの式はどれか。

- (1) $\frac{a_n}{a_0} = \frac{r - 1}{r^{n+1} - 1}$
- (2) $v = \frac{g(\rho_s - \rho)d^2}{18\mu}$
- (3) $h_0 = k \frac{\mu u L}{d^2} \cdot \frac{(1 - \varepsilon)^2}{\varepsilon^3}$
- (4) $X = kC^n$
- (5) $K_t = K_{20^\circ C} \times 1.065^{t-20}$

問10 汚泥の脱水に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ヌッチェ試験によってろ液量とろ過時間の関係を調べ、ケーキの比抵抗を求めることができる。
- (2) 下水汚泥を加圧下で加熱すると、変質してろ過脱水が容易になる。
- (3) 多重円盤形脱水機では、遠心力によって汚泥を圧縮脱水する。
- (4) 水平形デカンターの遠心脱水機では、脱水したケーキを機外に排出するためのスクリーが内蔵されている。
- (5) ベルトプレスでは、重力による予備濃縮によって汚泥の流動性をなくしておく必要がある。

問11 下図の条件で運転している生物処理槽における排水の滞留時間(時間)はいくらか。



- (1) 4 (2) 6 (3) 8 (4) 10 (5) 12

問12 ^{ばっき}曝気槽容積 100 m^3 ，MLSS 濃度 2000 mg/L ，返送汚泥 SS 濃度 8000 mg/L ，余剰汚泥の引き抜き量 $2 \text{ m}^3/\text{日}$ のとき，汚泥滞留時間 SRT(日)として適切なものはどれか。ただし，最終沈殿池内，返送汚泥管内及び処理水中に存在する汚泥は考慮しない。また，引き抜き汚泥と返送汚泥の SS 濃度は等しいとする。

- (1) 12.5 (2) 15 (3) 17.5 (4) 20 (5) 25

問13 生物膜法に関する記述として，正しいものはどれか。

- (1) 活性汚泥法に比べて，阻害性物質の流入や負荷変動に対して抵抗力が弱い。
- (2) 活性汚泥法に比べて，SS の除去能力が高い。
- (3) 散水ろ床法には，ハエの発生と臭気の問題や，除去率が低いといった欠点がある。
- (4) 回転接触体法では，衛生害虫や臭気問題は発生しないので，覆いは不要である。
- (5) 好気ろ床法には上向流式のものはない。

問14 嫌気流動床に該当する記述はどれか。

- (1) 下水処理場からの余剰汚泥の減量化を目的として開発され、消化と沈殿を兼ねた単槽式発酵槽。
- (2) 付着汚泥及び充^{じゅうてん}填材^{かんげき}間隙^{ほそく}に捕捉された汚泥を用いる押し出し流れ形の発酵槽。
- (3) 加水分解や酸生成反応槽とガス生成反応槽を分離して行うメタン発酵槽。
- (4) 自己造粒化したグラニュール汚泥を用いる発酵槽。
- (5) 粒状担体に付着した汚泥を用いる完全混合形の発酵槽。

問15 メタン発酵に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 発酵槽の攪拌^{かくはん}方式として、生成ガスの一部を液中に吹き込むガス攪拌がある。
- (2) 中温発酵よりも高温発酵のほうが、有機物の処理能力が高い。
- (3) メタン発酵の中間生成物である酢酸は、プロピオン酸に比べてメタン発酵の阻害の程度が大きい。
- (4) アンモニアの阻害は、発酵槽の pH を下げれば低減される。
- (5) 有機物 1 g から発生する理論上のメタン生成量は、酢酸(C₂H₄O₂)よりもエタノール(C₂H₆O)のほうが多い。

問16 生物的硝化脱窒素法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 硝化工程に関与する微生物は従属栄養細菌であり、脱窒素に関与する微生物は独立栄養細菌である。
- (2) NH₄-N を NO₃-N に酸化する際、理論的には、NH₄-N 1 kg 当たり 4.6 kg の O₂ が必要である。
- (3) NH₄-N を NO₂-N に酸化する際には H⁺ が生成する。
- (4) NO₂-N, NO₃-N が窒素に還元される際には、水素供与体が必要になる。
- (5) 水素供与体としては通常、メタノール、酢酸塩あるいは排水中の BOD 成分が利用される。

問17 曝気槽容量 40 m^3 、MLSS 濃度 1500 mg/L で、BOD 200 mg/L 、水量 $120 \text{ m}^3/\text{日}$ の汚水を処理している活性汚泥処理施設がある。処理水の BOD は 5.0 mg/L である。次の諸値のうち、正しいものはどれか。

- (1) 流入 BOD 量は 24000 kg/日 である。
- (2) BOD 容積負荷は $0.8 \text{ kgBOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$ である。
- (3) BOD 汚泥負荷は $0.4 \text{ kgBOD}/(\text{kgMLSS} \cdot \text{日})$ である。
- (4) 曝気槽における汚水の滞留時間は 6 時間である。
- (5) BOD 除去量は 23400 kg/日 である。

問18 物理化学処理装置の維持管理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 中和反応装置に用いる pH 計の校正は、1 年に 1 回程度行う。
- (2) 凝集沈殿装置の最適な凝集条件は、ジャーテストにより決定する。
- (3) 清澄ろ過装置では、過剰の高分子凝集剤の添加はマッドボール生成の原因となる。
- (4) 酸化還元装置では、厳密に制御された pH の条件下において ORP 制御による薬品注入をする。
- (5) 活性炭を新たに充填した槽の内部に入るときは、活性炭が酸素を吸収し槽内部が酸欠になるので、十分な換気が必要になる。

問19 活性汚泥処理装置の維持管理に関する記述として、正しいものはどれか。

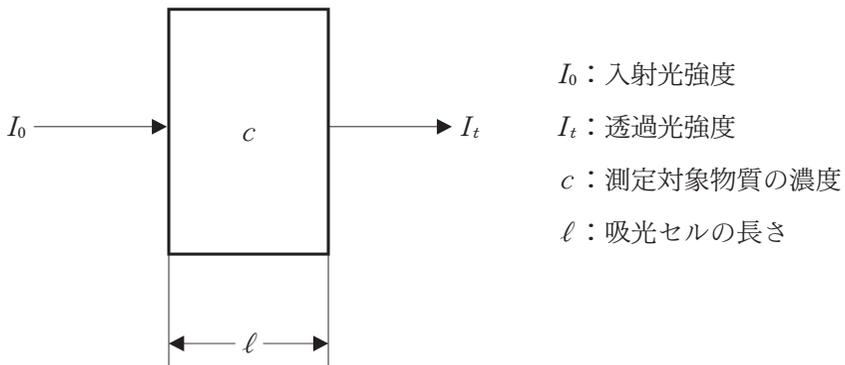
- (1) 排水に、窒素、りんなどの微生物の栄養塩が含まれていないときは、 $BOD : N : P = 10 : 5 : 1$ を目安に添加する。
- (2) 溶存酸素濃度の急上昇は、生物活動の低下を予想させる。
- (3) BOD 負荷が高すぎると、硝化による pH の低下、活性汚泥の分解などの障害が起こる。
- (4) 硝化を目的とする曝気槽の溶存酸素濃度は、BOD 除去の場合より低くする。
- (5) 脱窒素には、硝酸体窒素の 10 倍量の BOD を必要とする。

問20 水質測定を試料採取及び試料の取り扱いに関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 冬期などで試料が凍結するおそれがある場合は、容器を満水にせず、約 10 %の空間を残す。
- (2) 試料を一つの容器にまとめて採取し、これから分取して重金属、陰イオン、ヘキサン抽出物質などの測定を行う。
- (3) 重金属は、特に断らない限り、試料中に含まれる全量を測定する。
- (4) 陰イオンの測定では、特に断らない限り、ろ過した試料を用いる。
- (5) 鉄、マンガンなどの溶存状態のものを測定する場合には、試料採取後、直ちにろ紙 5 種 C でろ過し、初めのろ液約 50 mL を捨て、その後のろ液を試料とする。

問21 吸光光度計で吸光度が1と測定された溶液に対して、測定対象物質の濃度、吸光セルの長さ、入射光強度のいずれかを変化させた場合、透過光強度の変化に関する記述として、正しいものはどれか。ただし、ランバート-ベールの法則が成立するものとする。

- (1) 測定対象物質の濃度 c を2倍にすると、透過光強度 I_t は1/2倍になる。
- (2) 測定対象物質の濃度 c を2倍にすると、透過光強度 I_t は2倍になる。
- (3) 吸光セルの長さ ℓ を2倍にすると、透過光強度 I_t は1/2倍になる。
- (4) 吸光セルの長さ ℓ を2倍にすると、透過光強度 I_t は1/10倍になる。
- (5) 入射光強度 I_0 を2倍にすると、透過光強度 I_t は1/10倍になる。



問22 BODの検定方法に関する記述として、正しいものはどれか。

- (1) 測定は25℃で5日間培養して行う。
- (2) 窒素系化合物の酸化による酸素消費はBODに含めない。
- (3) 直ちに測定できないとき、試料は0～10℃の暗所に保存し、できるだけ早く試験する。
- (4) 希釈水には、5日後の酸素消費が2mg/L以下に調製されたものを用いる。
- (5) 最初の溶存酸素の50～90%が消費された試料を用いてBODを求める。

問23 検定項目，計測機器・器具，標準物質・試薬の組合せとして，誤っているものはどれか。

	(検定項目)	(計測機器・器具)	(標準物質・試薬)
(1)	pH	参照電極	塩化カリウム
(2)	BOD	溶存酸素計	グルコース-グルタミン酸混合標準液
(3)	SS	ガラス繊維ろ紙	ホルマジン標準液
(4)	全りん	分光光度計	ペルオキソ二硫酸カリウム
(5)	COD	ビュレット	過マンガン酸カリウム

問24 フェノール類を測定するために，試料 250 mL を前処理(蒸留)して留出液の最終液量を 250 mL とした。この留出液 100 mL をとり，4-アミノアンチピリン吸光度法で測定したところ，吸光度は 0.210 であった。標準液について以下のような結果が得られたとすると，試料中のフェノール類濃度(mg/L)はおよそいくらか。

(フェノール標準液, $\mu\text{g}/100\text{ mL}$)	(吸光度)
0	0.000
50	0.070
100	0.140
200	0.280

- (1) 1.5 (2) 3.8 (3) 150 (4) 380 (5) 1500

問25 全りんの検定方法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 全りんには、りん酸イオン、ポリりん酸類などの無機体のりんのほかに、りん脂質などの有機体のりんが含まれる。
- (2) 試料にペルオキシ二硫酸カリウム溶液を加え、沸騰水浴中で30分間反応させて、種々のりん化合物をりん酸イオンとする。
- (3) レシチンのように分解されにくい有機体のりん化合物や多量の有機物を含む場合には、硝酸-過塩素酸分解法又は硝酸-硫酸分解法を適用する。
- (4) りん酸イオンは、モリブデン青吸光光度法により定量する。
- (5) 海水のように塩化物イオンを多量に含む試料では、分解時に塩素が生成して発色を妨害するので、塩素を還元又は除去してから発色操作を行う。

