

# 8 汚水処理特論

(平成 20 年度)

水質第 1 種～第 4 種

試験時間 12:30～13:45

退出可能時間 12:55～13:35

## 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 0830102479

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										
0	8	3	0	1	0	2	4	7	9	
(1)	(1)	(1)	(1)	←	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	←	(2)	(2)	(2)	(2)
(3)	(3)	←	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)
(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	←	(4)	(4)	(4)
(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)
(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	←	(7)	(7)
(8)	←	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)
(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	←	(9)
←	(0)	(0)	←	(0)	←	(0)	(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 処理プロセスの検討及び選定に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 浮遊物質があるので、ろ紙でろ過し、ろ液の水質を測定してみる。
- (2) 有機性の排水をろ紙でろ過すると BOD, COD が目的値以下になることから、浮遊物質が除去できる物理化学的方法を選定する。
- (3) 浮遊物質を含む無機性の排水が、数時間の沈降で目的値以下の水質となることから、自然沈殿法を選択する。
- (4) 浮遊物質を除去した後の無機性排水が有害物質を含有していることから、pH 調節、酸化、還元などの化学的方法を検討する。
- (5) 静置浮上試験で油分を含む排水から遊離油を分離しても、油分が目的値以下にならないので、イオン交換を検討する。

問2 BOD 濃度 400 mg/L、水量 3000 m<sup>3</sup>/日の排水を、容積 1200 m<sup>3</sup>の曝気槽<sup>ばっき</sup>を用いて活性汚泥法で処理していた。製造工程の増設に伴い、BOD 濃度が 600 mg/L、処理水量も 4000 m<sup>3</sup>/日に増加する。このとき、同じ BOD 容積負荷条件で運転する場合、増加させる曝気槽の容積(m<sup>3</sup>)として、正しいものはどれか。

- (1) 200      (2) 400      (3) 600      (4) 1200      (5) 1800

問3 水量 200 m<sup>3</sup>/日、BOD 濃度 150 mg/L の排水を、活性汚泥法により BOD 汚泥負荷 0.05 kgBOD/(kgMLSS・日)、MLSS 濃度 3000 mg/L で処理するとき、必要な曝気槽<sup>ばっき</sup>の容積(m<sup>3</sup>)として、正しいものはどれか。

- (1) 120      (2) 160      (3) 200      (4) 240      (5) 280

問4 粒状層を通して水が流れるときのろ過抵抗を表す式はどれか。

- (1) ストークスの式
- (2) ネルンストの式
- (3) ニュートンの式
- (4) コゼニー-カルマンの式
- (5) ミハエリス-メンテンの式

問5 沈降分離に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 理想的な上昇流式沈殿池では、沈降速度が上昇流速よりも大きい粒子は全て沈降分離される。
- (2) 理想的な横流式沈殿池では、沈降速度が水面積負荷よりも大きい粒子は全て沈降分離される。
- (3) 沈殿池内に傾斜板を設置すると、有効分離面積が増大し、沈降分離が促進される。
- (4) スラリー濃度が高くなると、明瞭な界面を形成して沈降する界面沈降が起こる。
- (5) シックナー内部では、汚泥濃度は均一である。

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) 初期損失水頭とは、ろ層に懸濁物<sup>けんたくぶつ</sup>を抑制しないときのろ過抵抗のことである。
- (2) 空隙率<sup>くうげき</sup>は、通常の砂では 0.40～0.50 の範囲にある。
- (3) ろ過の継続とともに、次第に空隙率が減少し、ろ過抵抗が増大する。
- (4) ろ過抵抗が設定値に達したときは、ろ材の洗浄を行う。
- (5) 最適逆洗速度は、ろ材単一粒子の沈降速度の 1/2 である。

問7 活性炭吸着に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 粒状炭のうち木質系のヤシ殻炭は3 nm以下の細孔が多く、低分子量の物質が吸着されやすい。
- (2) 吸着速度は、活性炭近傍の液境膜における物質移動速度と活性炭粒内の拡散速度に支配される。
- (3) 親水性が強く分子量が小さい物質ほど吸着されやすい。
- (4) フロイントリッヒの式( $X = kC^n$ )で、 $k$ が大きく、かつ $n$ が小さいほうが良好な吸着剤である。ただし、 $X$ は活性炭の単位質量当たりの吸着量、 $C$ は平衡濃度、 $k$ と $n$ は定数とする。
- (5) 再生法には、乾式加熱法が最も広く使用されている。

問8 膜分離法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 精密ろ過は、懸濁粒子や細菌などの除去に用いられる。
- (2) 限外ろ過は、水溶性の高分子物質の除去に用いられる。
- (3) ナノろ過法は、逆浸透法に比べ、塩化ナトリウムの除去率が高い。
- (4) 海水淡水化には、多段式プロセスが用いられることがある。
- (5) 電気透析法は、溶解塩類の除去に用いられる。

問9 脱水機に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) スクリュープレスのケージには、ろ布が用いられる。
- (2) 遠心脱水機の回転体には、スクリューが内蔵されている。
- (3) 多重円盤形脱水機では、箱の中の上下段にろ体(円盤)が配置されている。
- (4) フィルタープレスは間欠的に運転される。
- (5) ベルトプレスでは、ロールによる圧搾の前に、重力による予備濃縮が必要である。

問10 活性汚泥微生物の細胞質の酸化は、一般に次の式で表される。この式の  内に入る数字の組合せとして、正しいものはどれか。



ただし、 $(C_5H_7NO_2)_n$  は活性汚泥微生物の細胞質、 $\Delta H$  は反応熱である。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	7	7	5
(2)	5	5	2
(3)	3	3	3
(4)	5	3	2
(5)	3	5	5

問11 MLSS 濃度が 3000 mg/L、SV (30 分間静置後の汚泥容積) が 300 ml/L の活性汚泥の SVI(ml/g) はいくらか。

- (1) 100      (2) 150      (3) 200      (4) 250      (5) 300

問12 BOD 200 mg/L の排水 100 m<sup>3</sup>/日を、容積負荷 1.0 kgBOD/(m<sup>3</sup>・日)、MLSS 濃度 4000 mg/L、BOD 除去率 90 % で処理している回分式活性汚泥装置がある。この装置の汚泥生成量(kg/日)はいくらか。

ただし、汚泥生成量  $\Delta S$  (kg/日) は次式で求める。

$$\Delta S = aL_r - bS_a$$

ここに  $L_r$  : 除去 BOD 量(kg/日)

$a$  : 除去 BOD の汚泥への転換率

$S_a$  : 曝気槽内汚泥量(kg)

$b$  : 内生呼吸による汚泥の自己酸化率(1/日)

$a$ 、 $b$  の値はそれぞれ 0.5、0.05 とし、排水及び処理水中の SS は考慮に入れないこととする。

- (1) 5            (2) 10            (3) 15            (4) 20            (5) 25

問13 膜分離活性汚泥法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 沈殿槽を必要としない。
- (2) 精密ろ過膜(MF 膜)や限外ろ過膜(UF 膜)が多く用いられる。
- (3) 汚泥濃度を 8000 ~ 12000 mg/L に制御できる。
- (4) 膜エレメントを曝気槽内に浸漬する方式が多い。
- (5) 膜の浸漬率は 40 % 程度とし、緩やかに回転させる。

問14 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、アンモニアや亜硝酸の酸化によりエネルギーを得ている。
- (2) 脱窒素工程に関与する微生物は、増殖に有機物を必要とする従属栄養細菌である。
- (3) pH は、硝化工程では上昇し、脱窒素工程では低下する。
- (4) 硝化工程では好気条件、脱窒素工程では無酸素条件が必要となる。
- (5) アンモニアを硝酸に硝化するには、NH<sub>4</sub>-N 10 kg あたり 46 kg の酸素が必要となる。

問15 りんの除去に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 生物処理水を対象とした凝集分離処理では、無機凝集剤を用いる。
- (2) HAP 法は、原水にカルシウムを添加し、ヒドロキシアパタイト(HAP)を晶析させるものである。
- (3) MAP 法は、アンモニアの存在下でマグネシウム剤を添加し、りん酸マグネシウムアンモニウム(MAP)として回収する技術である。
- (4) 生物的脱りん法は、活性汚泥微生物によるりんの過剰摂取現象を利用するものである。
- (5) 生物的脱りん法の汚泥を好気状態におくと、りんを放出する。

問16 下図は窒素とりんを同時に除去するプロセスのフローである。(A), (B), (C)の組合せとして、最も適当なものはどれか。



- |     | (A)  | (B)  | (C)  |
|-----|------|------|------|
| (1) | 好気槽  | 嫌気槽  | 無酸素槽 |
| (2) | 無酸素槽 | 嫌気槽  | 好気槽  |
| (3) | 無酸素槽 | 好気槽  | 嫌気槽  |
| (4) | 嫌気槽  | 無酸素槽 | 好気槽  |
| (5) | 嫌気槽  | 好気槽  | 無酸素槽 |

問17 活性汚泥法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) 排水に窒素、りんなどの栄養塩が含まれていないときは、適量を添加する。
- (2) 溶存酸素濃度が急に低くなったときは、その原因として生物活動の低下の可能性がある。
- (3) BOD 負荷の低いほうが、一般に汚泥の沈降性が良好に保たれる。
- (4) 窒素除去を行うときは、一般に SRT は 7～10 日程度に維持される。
- (5) 処理対象となる有機物そのものが高濃度で微生物に毒性を示す場合は、完全混合法が望ましい。

問18 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) 流入水の水質に関係なく、中和が必要となることはない。
- (2) 曝気槽の溶存酸素濃度が急変しても、0.5 mg/L 以上の溶存酸素濃度が維持されていれば問題ない。
- (3) BOD 負荷が高いと一般に SVI は小さい。
- (4) BOD 負荷が低過ぎると、硝化による pH の上昇が起こり、障害となることがある。
- (5) 脱窒素には、硝酸体窒素の 3 倍量の BOD ( $\text{NO}_3\text{-N} : \text{BOD} = 1 : 3$ ) を必要とする。

問19 嫌気生物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) 処理に必要な量の微生物を増殖させるのに長時間を要する。
- (2) 処理槽内に、十分な量の嫌気汚泥を常時保持することが重要である。
- (3) pH の低下は有機酸の蓄積を予測させる兆候であり、排水の流入を停止し、対策を講じる必要がある。
- (4) ガス発生量の低下は、メタン生成菌の活性低下が予想され、対策が必要である。
- (5) メタン生成菌の活性が低下するので、30 °C 以上の高温は避ける。

問20 試料の採取及び保存に関する記述として、正しいものはどれか。

- (1) 大腸菌群試験用試料は、 $-20^{\circ}\text{C}$  で冷凍保存する。
- (2) 溶解性鉄試験用試料は、ろ紙5種Cでろ過し、初めの50 mlは捨て、ろ液を硝酸でpH約1として保存する。
- (3) COD試験用試料は、室温で保存する。
- (4) 銅、亜鉛試験用試料に懸濁物質がある場合には、懸濁物質をろ過後、試料を分取して測定に用いる。
- (5) BOD試験用試料は、暗所、室温にて保存する。

問21 分析方法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 原子吸光分析は、原子が光を吸収して基底状態から励起状態に遷移する現象を利用している。
- (2) ICP発光分光分析は、原子が励起状態から基底状態に遷移するときに光を放出する現象を利用している。
- (3) 電気加熱原子吸光法は、フレイム原子吸光法に比べ一般に高感度である。
- (4) ICP発光分光分析法の検量線の直線領域は、フレイム原子吸光法に比べて狭い。
- (5) ICP質量分析法は、ICP発光分光分析法に比べ一般に高感度である。

問22 水質汚濁物質の検定に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) BODは、 $20^{\circ}\text{C}$ 、5日間培養したときに水中の好気性微生物によって消費される溶存酸素量から求める。
- (2) CODは、試料を硫酸酸性とし、酸化剤として過マンガン酸カリウムを加えて沸騰水浴中で30分間反応させ、そのとき消費された酸化剤の量から求める。
- (3) ノルマルヘキサン抽出物質は、試料をpH10以上のアルカリ性とし、ヘキサンで抽出し、約 $80^{\circ}\text{C}$ 、30分間の乾燥で揮散しない物質質量から求める。
- (4) 大腸菌群数は、試料をデオキシコール酸塩培地にとり、 $35\sim 37^{\circ}\text{C}$ で18～20時間重層平板培養して形成された赤～深紅色を呈する定型的集落数から求める。
- (5) 亜鉛のフレイム原子吸光法では、試料を前処理し、アセチレン-空気フレイムに噴霧し、定量する。

問23 排水のCODの検定において、CODが200 mg/Lと推定されるとき、試料の採取量(ml)として最も適当なものはどれか。

- (1) 2            (2) 5            (3) 10            (4) 20            (5) 50

問24 検定項目と分析機器との組合せとして、誤っているものはどれか。

(検定項目)	(分析機器)
(1) 銅	原子吸光分析装置
(2) 亜鉛	ICP発光分光分析装置
(3) 全りん	分光光度計
(4) BOD	溶存酸素計
(5) フェノール類	TOC計

問25 全窒素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) 総和法では、二つの試料の片方で亜硝酸イオンと硝酸イオンの含量を、他方でアンモニアと有機体窒素の含量を求め、それらの和を全窒素とする。
- (2) 紫外吸光度法では、試料中のすべての窒素化合物を加熱酸化分解して硝酸イオンとし、その紫外部の吸光度を測定して全窒素を求める。
- (3) 有機物の多い試料の測定では、総和法より紫外吸光度法の方が適している。
- (4) 紫外吸光度法は、海水には適さない。
- (5) 総和法では、インドフェノール青吸光度法を用いる。