

# 8 汚水処理特論

(平成 21 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 0930102479

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	9	3	0	1	0	2	4	7	9
(1)	(1)	(1)	(1)	<del>(1)</del>	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	<del>(2)</del>	(2)	(2)	(2)
(3)	(3)	<del>(3)</del>	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)
(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	<del>(4)</del>	(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)	<del>(7)</del>	(7)
(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)
(9)	<del>(9)</del>	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	<del>(9)</del>
<del>(0)</del>	(0)	(0)	<del>(0)</del>	(0)	<del>(0)</del>	(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 向流多段洗浄において、原料中の不純物質量を  $a_0$ 、第  $n$  段の洗浄槽を出る製品中の不純物質量を  $a_n$  とすると、次式が成り立つ。

$$\frac{a_n}{a_0} = \frac{r-1}{r^{n+1}-1}$$

ただし、 $r$  は洗浄水量  $V$  と製品が各段で持ち出す水量  $v$  との比 ( $r = V/v$ ) である。各段の洗浄水量が  $1 \text{ m}^3$ 、持ち出し水量が  $100 \text{ L}$  のとき、製品中の不純物質量を原料中の不純物質量の  $1/1000$  以下にするのに必要な最小洗浄段数  $n$  (整数値) はいくらか。

- (1) 1            (2) 2            (3) 3            (4) 4            (5) 5

問2 排水処理プロセスの選定に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 無機性排水で静置沈殿しても、浮遊物質が目的の値より高い場合は、凝集沈殿試験を行う。
- (2) 有機性排水については、まず吸着、イオン交換などを検討する。
- (3) 有機性排水をろ紙でろ過しても、BOD が目的の値より高い場合は、生物処理を検討する。
- (4) 実施可能なプロセスが見つからないときは、製造プロセスに立ち戻り、工程の変更を検討する。
- (5) 建設費のみでなく運転費も考慮する。

問3 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) 排水処理において取り扱う粒子の沈降速度は、粒子の直径に比例すると考えてよい。
- (2) 理想的な上昇流式沈殿池では、沈降速度が水面積負荷より小さい粒子は、全て流出する。
- (3) 横流式沈殿池では、沈降速度が水面積負荷より小さい粒子でも部分的に除去される。
- (4) 傾斜板を沈殿池に挿入すると、有効分離面積が増大し、分離効率が増す。
- (5) 円形沈殿池では長方形沈殿池に比べて、池内の水の流れを均一に保つことがやや困難である。

問4 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) 一般にろ過抵抗はろ過速度に比例する。
- (2) 上向流ろ過では、ろ材を流動化させるよう、ろ過速度を調整する。
- (3) ろ材の洗浄には、一般に逆流洗浄と表面洗浄を併用する。
- (4) 逆流洗浄を繰り返すと、上層に細かい粒子層ができる。
- (5) マイクロフロック法では、急速攪拌槽かくはんを出た直後の凝集水を直接ろ過池に通す。

問5 塩素処理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 殺菌やシアンの酸化分解などに用いられる。
- (2)  $\text{pH} \leq 5.6$  では、 $\text{ClO}^-$  はほとんど存在しない。
- (3)  $\text{pH} \geq 9.5$  では、 $\text{HClO}$  はほとんど存在しない。
- (4) 殺菌力は、主として  $\text{ClO}^-$  によるものと考えられている。
- (5) 水中にアンモニアが存在すると、クロロアミンが生じる。

問6 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) 活性炭は、微量の有機物などを除去するために用いられる。
- (2) 活性炭は、主に粉末炭と粒状炭に分けられる。
- (3) 吸着等温線を表す式として、フロイントリッヒの式が多用される。
- (4) 吸着速度は、活性炭<sup>じゅうてん</sup>充填層単位容積当たりの外部表面積に反比例する。
- (5) 活性炭の使用量を節減し、処理水の濃度を低くするために、向流多段吸着が用いられる。

問7 汚泥脱水機のうち、連続的に汚泥を供給できないものはどれか。

- (1) 真空ろ過機(オリバーフィルター)
- (2) 加圧ロール脱水機(ベルトプレス)
- (3) フィルタープレス
- (4) スクリュープレス
- (5) 多重円盤形脱水機

問8 汚泥焼却に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダイオキシン類の発生を抑制するためには、適正な燃焼温度管理が必要である。
- (2) 下水汚泥は、高含水率でも補助燃料なしに自燃させることができる。
- (3) 流動焼却炉における流動媒体としては砂などが用いられる。
- (4) ロータリーキルンでは、汚泥は燃焼用空気とは向流に移動しながら乾燥され、着火し燃焼する。
- (5) 階段式ストーカ炉では、高含水率汚泥に対しては、予備乾燥が必要となる。

問9 水量 200 m<sup>3</sup>/日, BOD 濃度 1000 mg/L の排水を回分式活性汚泥法により, 容積負荷 0.5 kgBOD/(m<sup>3</sup>・日), 汚泥負荷 0.25 kgBOD/(kgMLSS・日)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>)と活性汚泥量(kgMLSS)との組合せとして, 正しいものはどれか。

	(曝気槽容積)	(活性汚泥量)
(1)	100	50
(2)	100	200
(3)	400	100
(4)	400	400
(5)	400	800

問10 曝気槽<sup>ばっき</sup>内で活性汚泥が消費する酸素量は, 次式で表される。

$$X = a'L_r + b'S_a$$

ここに,  $X$ : 必要酸素量(kg/日)

$L_r$ : 除去 BOD 量(kg/日)

$S_a$ : 曝気槽内汚泥量(kg)

$a'$ : 除去 BOD のうち, エネルギー獲得のために利用される酸素の割合

$b'$ : 汚泥の内生呼吸に利用される酸素の割合(1/日)

流入 BOD 量 50 kg/日, BOD 除去率 90%, 曝気槽内汚泥量 200 kg とすると, 必要酸素量(kg/日)はいくらか。なお,  $a'$  を 0.5,  $b'$  を 0.1 として計算せよ。

- (1) 32.5      (2) 42.5      (3) 52.5      (4) 62.5      (5) 72.5

問11 回分式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) 単一の槽に反応槽と沈殿槽の機能を持たせる。
- (2) 排水の流入，反応，沈殿，処理水の排出を1サイクルとして繰り返し処理する。
- (3) 連続式に比べ，固液分離の安定性が高い。
- (4) 嫌気・好気の状態を自由に設定できる。
- (5) 大規模工場の排水処理に多く採用されている。

問12 嫌気処理法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) メタン発酵法は，活性汚泥法に比べて所要動力が少なく，発生するメタンガスがエネルギーとして利用できる省エネルギー型の水処理である。
- (2) 嫌気ろ床(AF)では，上向流式の場合，高負荷時に目詰まりや偏流を生じることがある。
- (3) 嫌気流動床(AFB)は，比較的低濃度の溶解性有機排水の高速処理に適している。
- (4) 上向流式嫌気汚泥床(UASB)は，懸濁性有機物の高負荷処理に適している。
- (5) 二相発酵槽システムは，阻害物質や高濃度の懸濁性有機物を含む排水の処理に効果的である。

問13 嫌気処理法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 上向流式嫌気汚泥床(UASB)は発酵槽内の汚泥保持量が大きいので，有機物負荷を大きくとれる。
- (2) メタン発酵の最適 pH は 6.8～7.5 である。
- (3) 中温発酵は 53～55℃ に最適温度を持つ。
- (4) 高濃度のプロピオン酸はメタン生成菌の作用に阻害を及ぼす。
- (5) 遊離のアンモニアは発酵を阻害する。

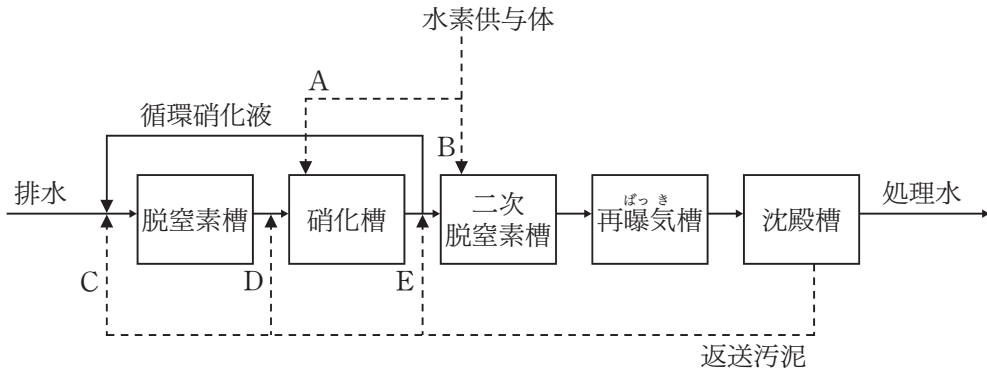
問14 硝化工程は、次の反応式①～③で表される。これらの式の  内に入る数字の組合せとして、正しいものはどれか。



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



問15 下図は、循環式硝化脱窒素法のフローシートである。水素供与体の添加及び返送汚泥の投入位置として、正しいものはどれか。



- |     | (水素供与体) | (返送汚泥) |
|-----|---------|--------|
| (1) | A       | C      |
| (2) | A       | D      |
| (3) | A       | E      |
| (4) | B       | C      |
| (5) | B       | D      |

問16 リンの除去に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 通常の生物処理で除去可能なりん量は、除去 BOD の 1/10 程度である。
- (2) 生物処理水からのりん除去には、凝集分離処理などが用いられる。
- (3) 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。
- (4) HAP 法では、原水にカルシウムを添加し、アルカリ剤による pH 調整を行い、ヒドロキシアパタイトとして回収する。
- (5) MAP 法では、アンモニアの存在下でマグネシウム剤を添加し、アルカリ剤による pH 調整を行い、りん酸マグネシウムアンモニウムとして回収する。

問17 汚水等の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) 汚水貯留槽で最も多い障害は、汚泥の堆積<sup>たいせき</sup>とスカムの発生である。
- (2) ポリ塩化アルミニウムは、中和に必要なアルカリの量が硫酸アルミニウムの場合より少ない。
- (3) 清澄ろ過では、ろ層内に捕捉できる浮遊物質の総量は、被ろ過水の浮遊物質濃度とは無関係に、ほぼ一定である。
- (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行う必要がある。
- (5) 粒状活性炭<sup>じゅうてん</sup>充填塔に上向流で通水する場合、活性炭の流出がない範囲でなるべく流速を大きくとり、上下が十分混合するように運転する。

問18 膜処理装置に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 膜の孔径は、ナノろ過膜(NF膜)、逆浸透膜(RO膜)、精密ろ過膜(MF膜)、限外ろ過膜(UF膜)の順に大きくなる。
- (2) 膜の透過水量に限りがあるため、量的な過負荷にはシステムとして対策を考  
えておく必要がある。
- (3) 浮遊物質濃度の高い排水の固液分離装置として使用する場合には、圧力損失  
をできるだけ付けずに運転する低負荷運転も重要である。
- (4) 装置の一般的な物理洗浄には、逆流洗浄、バブリングなどがある。
- (5) 膜の細孔の目詰まりに対しては、薬液洗浄で対応する。

問19 活性汚泥処理装置の維持管理に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 曝気槽内の pH が中性付近になるように、事前又は曝気槽内で中和する。
- (2) 曝気槽内の溶存酸素濃度が 1 mg/L 程度以上となるようにする。
- (3) 汚泥容量指標 SVI(mL/g)は、300 以上に維持する。
- (4) 窒素除去では、水温 20 °C の場合、汚泥滞留時間(SRT)は 7～10 日以上に  
維持する。
- (5) 脱窒素には硝酸性窒素のおよそ 3 倍量の BOD を必要とする。

問20 試料の保存に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ノルマルヘキサン抽出物質用試料は、塩酸を加えて pH を 4 以下として保存  
する。
- (2) BOD 用試料は、0～10 °C の暗所で保存する。
- (3) Cu, Zn 用試料は、硝酸を加えて pH を約 1 にして保存する。
- (4) 大腸菌群数用試料は、0～5 °C の暗所で保存し、9 時間以内に試験する。
- (5) フェノール類用試料は、水酸化ナトリウムを加えて 0～10 °C の暗所で保存  
する。

問21 検定項目と妨害物質との組合せとして、誤っているものはどれか。

(検定項目)	(妨害物質)
(1) フェノール類	還元性物質
(2) COD	塩化物イオン
(3) 全窒素(紫外吸光光度法)	臭化物イオン
(4) 全りん	ひ素(V)
(5) BOD	硝酸性窒素

問22 工場排水を 10 mL とり，水を加えて 100 mL として COD を測定したところ，5 mmol/L 過マンガン酸カリウム溶液の滴定値は 4.6 mL であり，空試験は 0.1 mL であった。この排水の COD(mg/L)はいくらか。

ただし，過マンガン酸カリウム溶液のファクターは 1.00 とする。

- (1) 45            (2) 90            (3) 135            (4) 180            (5) 225

問23 重金属を測定する場合の試料前処理方法に関する記述として，誤っているものはどれか。

- (1) 塩酸又は硝酸酸性での煮沸は，有機物や懸濁物<sup>けんたく</sup>が極めて少ない試料に適用する。
- (2) 塩酸又は硝酸による分解は，有機物が少なく，懸濁物として水酸化物，酸化物などを含む試料に適用する。
- (3) 硝酸と過塩素酸による分解は，酸化されにくい有機物を含む試料に適用する。
- (4) 硝酸と過塩素酸の分解では，濃縮液を乾固させない。
- (5) 硝酸と硫酸による分解は，ICP 発光分光分析法，ICP 質量分析法の前処理として適している。

問24 フェノール類の検定法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 変化しやすいので、採水後、直ちに試験を行うことが望ましい。
- (2) 妨害物質から分離するため、蒸留を行う。
- (3) 蒸留後、pH を約 10 に調整し、発色試薬を加えてアンチピリン色素を生成させ、吸光度を測定する。
- (4) 濃度が低い場合は、アンチピリン色素をクロロホルムに抽出して測定する。
- (5) 発色強度は、フェノール化合物の種類によらず一定である。

問25 TOC 計に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 有機物の燃焼に伴って消費される酸素を直接定量するものである。
- (2) COD, BOD に比べて短時間で測定値が得られる。
- (3) 燃焼又は湿式酸化法により生成する二酸化炭素を非分散形赤外線ガス分析計で測定する。
- (4) 1チャンネル方式では、揮発性有機化合物は無機体炭素除去過程で同時に損失するので、TOC として測定されない。
- (5) 炭酸塩、炭酸水素塩は TOC には含まれない。

