

# 8 汚水処理特論

(平成 23 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 1100102479

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	1	0	0	1	0	2	4	7	9
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(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 〕

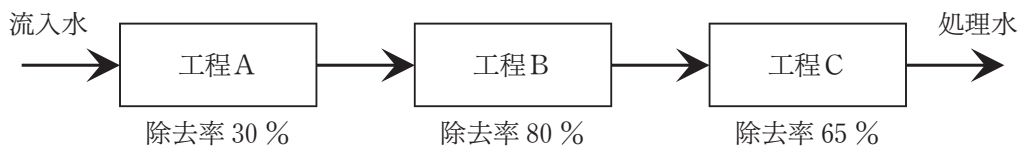
② マークする場合、〔 〕の枠いっぱいには、はみ出さないように  のようにしてください。

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 下図のような三つの工程からなる一連の污水处理施設がある。各工程のBOD除去率が図に示すとおりであれば、全体の除去率(%)はおよそいくらか。



- (1) 75      (2) 80      (3) 85      (4) 90      (5) 95

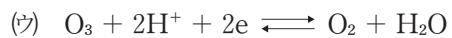
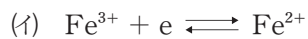
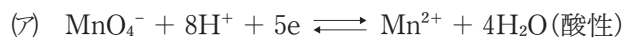
問2 污水处理に関する語句と略語の組合せとして、誤っているものはどれか。

- | (語句)           | (略語) |
|----------------|------|
| (1) 上向流式嫌気汚泥床  | UASB |
| (2) 水理学的滞留時間   | SRT  |
| (3) 汚泥容量指標     | SVI  |
| (4) 全有機炭素      | TOC  |
| (5) 生物化学的酸素要求量 | BOD  |

問3 砂ろ過に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 懸濁物質は、ろ材間の空隙に捕捉・抑留される。
- (2) ろ材間の空隙の大きさに比べてはるかに小さい粒子も捕捉される。
- (3) 凝集性のないコロイド粒子はほとんど除去できない。
- (4) 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) 最適な逆洗速度は、ろ材単一粒子の沈降速度の1/10と提案されている。

問4 (ア)～(ウ)の酸化還元系について、標準酸化還元電位(V)の高い順に並んでいるものはどれか。



$$(1) \quad \text{(ア)} > \text{(イ)} > \text{(ウ)}$$

$$(2) \quad \text{(ア)} > \text{(ウ)} > \text{(イ)}$$

$$(3) \quad \text{(イ)} > \text{(ア)} > \text{(ウ)}$$

$$(4) \quad \text{(ウ)} > \text{(ア)} > \text{(イ)}$$

$$(5) \quad \text{(ウ)} > \text{(イ)} > \text{(ア)}$$

問5 次の記述の(ア)~(オ)の  に挿入すべき語句の組合せとして、正しいものはどれか。

アンモニアを含む水に塩素を入れていくと、残留塩素は次第に増加して極大となる。この極大となる点を超えて塩素を加えると、残留塩素は減少し始め、ある点で極小となり、更に塩素を加えると、残留塩素は直線的に増加するようになる。このとき、この極小点を  (ア) という。  (ア) が形成されるまでの反応は次のように説明される。

アンモニアに比べて塩素注入量が少ない範囲ではアンモニアと塩素が反応して  (イ) が生成し、さらに塩素を注入すると  (ウ) が生成する。この  (イ) や  (ウ) は  (エ) と呼ばれる。極大点を過ぎると  (エ) は  (オ) 同士や塩素との反応などにより  (オ) を生成し、残留塩素が減少して  (ア) に至る。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1) 極値点	モノクロロアミン	ジクロロアミン	遊離塩素	$\text{NO}_3^-$	
(2) 不連続点	ジクロロアミン	モノクロロアミン	結合塩素	$\text{NO}_3^-$	
(3) 不連続点	モノクロロアミン	ジクロロアミン	結合塩素	$\text{N}_2$	
(4) 不連続点	トリクロロアミン	ジクロロアミン	結合塩素	$\text{N}_2$	
(5) 極値点	モノクロロアミン	ジクロロアミン	遊離塩素	$\text{N}_2$	

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) 原料を炭化及び賦活化することにより、マクロ孔とミクロ孔が形成される。
- (2) 疎水性が強く分子量が大きい物質ほど、吸着されにくい。
- (3) フロイントリッヒの式  $X = kC^n$  (ただし、 $X$ : 活性炭の単位質量当たりの吸着量(g/g),  $C$ : 平衡濃度(g/cm<sup>3</sup>),  $k, n$ : 定数) において、 $n$  が小さく  $k$  が大きい方が、良好な吸着材であるといえる。
- (4) 破過点を超過して通水すると、処理水濃度は原水濃度に近づく。
- (5) 再生法として、乾式加熱法や湿式酸化法などが用いられる。

問7 イオン交換に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 陽イオン交換樹脂の活性基には、スルホン酸基やカルボキシル基などがある。
- (2) キレート樹脂と金属は、キレートを形成して強く結合する。
- (3) イオン交換容量は、一般に keq/m<sup>3</sup>-樹脂, eq/kg-樹脂あるいは kgCaCO<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>-樹脂のように表示される。
- (4) 処理コストの面から、電気透析法や逆浸透法に比べて、イオン濃度の高い原水に適している。
- (5) イオン交換処理における通水速度は、通常、流量(m<sup>3</sup>/h)を充填樹脂量(m<sup>3</sup>)で除した空間速度で表現する。

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) ナノろ過法は、逆浸透法よりも操作圧力が高い。
- (2) 限外ろ過法は、水溶性の高分子物質の除去に用いられる。
- (3) 精密ろ過法は、微細な懸濁粒子や細菌などの除去に用いられる。
- (4) スパイラル形の膜モジュールは、封筒状の膜をのり巻き状に巻き込んだものである。
- (5) 電気透析法は、溶解塩類の除去に用いられる。

問9 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) フィルタープレスの1サイクル時間は、実際にろ過している時間とケーキの排出やろ枠の組み立てなどに要する時間の和である。
- (2) ベルトプレスでは、目の粗いベルト状のろ布の上で、ある程度自然脱水してから、ろ布の間に挟み、ロールを介して圧搾して脱水する。
- (3) スクリュープレスでは、ウォームの回転によって汚泥をケージ内に送り込み、きょうげき 挟隙部における圧搾圧力によって脱水する。
- (4) 遠心分離機の水平形デカンターでは、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) 多重円盤形脱水機では、ケーキ出口に向かって、上下に配置された円盤の間隔を広くし、円盤の回転速度が次第に速くなるようにする。

問10 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) 凝集分離法は、無機凝集剤を添加する方法である。
- (2) 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方法である。
- (3) MAP法は、りん酸マグネシウムアンモニウムとしてりんを回収する方法である。
- (4) HAP法は、ヒドロキシアパタイトとしてりんを晶析する方法である。
- (5) 嫌気・好気活性汚泥法は、同時に窒素も除去する方法である。

問11 水量  $500 \text{ m}^3/\text{日}$ 、BOD 濃度  $400 \text{ mg/L}$  の排水を活性汚泥法により、BOD 容積負荷  $0.8 \text{ kgBOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$ 、BOD 汚泥負荷  $0.25 \text{ kgBOD}/(\text{kgMLSS} \cdot \text{日})$  で処理するとき、必要な曝気槽<sup>ばっき</sup>の容積( $\text{m}^3$ )と曝気槽活性汚泥量( $\text{kgMLSS}$ )との組合せとして、正しいものはどれか。

	(曝気槽容積)	(曝気槽活性汚泥量)
(1)	250	400
(2)	250	800
(3)	320	400
(4)	320	800
(5)	640	1280

問12 水量  $10000 \text{ m}^3/\text{日}$ 、BOD 濃度  $220 \text{ mg/L}$  の排水を、処理水 BOD 濃度  $20 \text{ mg/L}$ 、HRT 24 時間、MLSS 濃度  $3000 \text{ mg/L}$  のオキシゲーションディッチで処理するとき、汚泥生成量( $\text{kg}/\text{日}$ )はいくらか。ただし、除去 BOD の汚泥への転換率を 0.5、内生呼吸による汚泥の自己酸化率を  $0.02 \text{ 日}^{-1}$  とする。

- (1) 400      (2) 600      (3) 1000      (4) 1400      (5) 1600

問13 上向流式嫌気汚泥床に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 自己造粒化したグラニュール汚泥を用いる。
- (2) 汚泥床部分の汚泥濃度は  $50000 \text{ mg/L}$  以上になる。
- (3) 低濃度有機排水の処理に適している。
- (4) グラニュール汚泥の沈降速度が  $20 \sim 40 \text{ m/h}$  と大きい。
- (5) 高濃度有機排水の処理では、アルカリ補給の意味から、処理水の循環を行う場合がある。



問14 生物的窒素除去に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 窒素は、生物的酸化反応と生物的還元反応により除去される。
- (2) 硝化工程は水温の影響を受け、特に 15 °C 以下では、硝化速度は著しく低下する。
- (3) SRT を小さくすれば、増殖速度の遅い硝化菌を処理系内に維持できる。
- (4) 硝化工程でアルカリ度が不足すると、pH が低下し、処理機能に影響を与える。
- (5) 硝化工程では溶存酸素が必要であり、脱窒素工程では無酸素条件で運転する。

問15 曝気式酸化池法(曝気式ラグーン)に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 活性汚泥法よりも生物量を高濃度に維持する。
- (2) 沈殿池がない。
- (3) 汚泥の返送を行わない。
- (4) 池の形状によっては、堆積した汚泥等を除去する必要がある。
- (5) 低温地域では滞留日数を多くする必要がある。

問16 活性汚泥法の曝気槽において、SVI が 150 mL/g、MLSS 濃度が 2000 mg/L であるとき、30 分間静置後の汚泥容積(mL/L)として正しいものはどれか。

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

問17 生物処理装置の維持管理に関する記述として、誤っているのはどれか。

- (1) 活性汚泥処理装置では、曝気槽内の溶存酸素濃度を 1 mg/L 程度以上に保つ。
- (2) 活性汚泥処理装置で硝化を行うには、水温 20 °C の場合、安全をみて汚泥滞留時間は 7～10 日以上とする。
- (3) 生物膜処理装置では、生物膜の表面積ではなく、処理装置内の全微生物量に基づき負荷を設定する。
- (4) 二相嫌気性処理装置の酸生成槽では、アルカリを添加し、出口の pH を 5 以上に保つ。
- (5) 嫌気性処理装置では、処理水中の汚泥量と処理槽内部の汚泥界面高さを監視して、汚泥の流出がないことを確認する。

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) 傾斜板を入れた沈殿池では、傾斜板を適宜洗浄する必要がある。
- (2) 浮上分離装置では、油膜はある程度厚い状態で槽外に取り出す。
- (3) ろ過装置では、ろ材相互が固着し、マッドボールを生成することがあるので、洗浄を十分に行う必要がある。
- (4) 粒状活性炭を上向流で通水する場合、上下が混合するように通水速度を大きくする。
- (5) 膜処理装置に使われる膜の薬液洗浄に用いる薬品としては、水酸化ナトリウム、次亜塩素酸ナトリウム、くえん酸、しゅう酸などがある。

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) 曝気槽の pH が中性付近になるように管理する。
- (2) 排水に窒素，りんなど微生物の栄養塩が含まれていないときは，BOD：  
N：P = 100：5：1 を目安に添加する。
- (3) 溶存酸素計を設置するときは，原水の流入場所にする。
- (4) 活性汚泥の SVI が小さい方が，沈降しやすい。
- (5) 硝化を促進するには，曝気槽の溶存酸素濃度を BOD 除去の場合より高めにする。

問20 検定項目と試料の保存条件の組合せとして，誤っているものはどれか。

(検定項目)	(保存条件)
(1) BOD	0～10℃の暗所
(2) COD	0～10℃の暗所
(3) ノルマルヘキサン抽出物質	HCl(1+1)でpH4以下
(4) 大腸菌群	0～5℃の暗所(9時間以内)
(5) フェノール類	NaOHでpH12以上

問21 次の5種類の測定機器のうち、ランバート-ベールの法則に基づいて分析する機器はいくつあるか。

フレーム原子吸光分析装置

ICP 発光分光分析装置

ICP 質量分析装置

酸化還元電位計

紫外分光光度計

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

問22 ICP 発光分光分析法又は ICP 質量分析法に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) いずれの方法も、多元素を一斉に分析することが可能である。
- (2) いずれの方法も、検量線の直線領域(ダイナミックレンジ)が広い。
- (3) ICP 発光分光分析法では、基底状態の原子から発せられる光を測定する。
- (4) ICP 質量分析法では、ICP 中で生成したイオンを質量分析計に導き、イオンの強度を測定する。
- (5) ICP 質量分析法は、ほとんどの元素に対して ICP 発光分光分析法より優れた検出限界を有する。

問23 ある排水のBODを測定するために、排水を3段階に希釈して試験したところ、溶存酸素濃度は以下の値となった。この排水のBOD(mg/L)はいくらか。なおこの場合、植種は必要としない。

(試料希釈倍率)	(希釈試料を調製して 15分後の濃度, mg/L)	(5日間培養後の 濃度, mg/L)
2	7.0	0.5
4	8.0	4.0
8	8.5	7.0

(1) 4.0      (2) 6.5      (3) 12      (4) 13      (5) 16

問24 紫外吸光光度法による全窒素の検定に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 試料にペルオキシ二硫酸カリウムを加えて、沸騰水浴中で30分間の加熱酸化分解を行う。
- (2) ペルオキシ二硫酸カリウムによる酸化でアンモニウム塩、亜硝酸塩はすべて硝酸イオンとなる。
- (3) 多くの有機体の窒素化合物は、分解されて硝酸イオンとなる。
- (4) ペルオキシ二硫酸カリウムは酸化できる物質量が少ないため、共存有機物が多い試料には適さない。
- (5) 海水のように多量の臭化物イオンを含む試料には適さない。

問25 次の記述の(ア)～(ウ)の  に挿入する語句の組合せとして、正しいものはどれか。

溶存酸素の測定には、 (ア) あるいはミラー変法のほか、溶存酸素電極による測定法が用いられている。溶存酸素電極には  (イ) 及び隔膜ポーラログラフ式電極がある。 (イ) は作用電極、対極及び電解液が  (ウ) で外部と遮断された構造となっている。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	よう素滴定法 (ウィンクラー-アジ化ナトリウム変法)	隔膜ガルバニ電池式電極	窒素透過膜
(2)	よう素滴定法 (ウィンクラー-アジ化ナトリウム変法)	隔膜ガルバニ電池式電極	酸素透過膜
(3)	よう素滴定法 (ウィンクラー-アジ化ナトリウム変法)	キンヒドロン電極	酸素透過膜
(4)	化学発光法	キンヒドロン電極	窒素透過膜
(5)	化学発光法	キンヒドロン電極	酸素透過膜

